



**RICARDO FILIPE
ALVES DEVEZAS DE
CORREIA LIMA**

**Contributo de Algumas Ferramentas Lean na
Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da
Empresa Simoldes Plásticos**



**RICARDO FILIPE
ALVES DEVEZAS DE
CORREIA LIMA**

**Contributo de Algumas Ferramentas Lean na
Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da
Empresa Simoldes Plásticos**

Relatório de Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica da Doutora Carina Maria Oliveira Pimentel, Professora Auxiliar do Departamento Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro

Dedico este trabalho à minha família pelo incessante apoio ao longo desta jornada.

o júri

presidente

Prof^a. Doutora Leonor da Conceição Teixeira
professora auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof^a. Doutora Vera Lúcia Miguéis Oliveira e Silva
professora auxiliar da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Prof^a. Doutora Carina Maria Oliveira Pimentel
professora auxiliar da Universidade de Aveiro

agradecimentos

No decurso deste projeto foi fundamental todo o apoio que recebi por parte de algumas pessoas a quem pretendo expressar a minha gratidão.

À Prof^a. Doutora Carina Pimentel, agradeço todo o suporte, disponibilidade e motivação demonstrada que tanto contribuiu para o trabalho desenvolvido.

Ao Eng^o Pedro Alexandre e ao Helder Silva, pelo apoio e conhecimento transmitido ao longo do Projeto de Estágio.

Ao Eng^o Manuel Silva, pela minha seleção para integrar a equipa de Engenharia de Processo da Simoldes Plásticos e pela boa disposição constante.

Ao Daniel, Telmo, Artur, Beleza, Sandra e a todos aqueles com os quais tive o prazer de trabalhar durante este projeto na Simoldes Plásticos e que contribuíram para este trabalho.

Ao Alberto e ao Campos, pelo suporte técnico às soluções desenvolvidas.

Aos Eng^o Pedro Silva e António Rodrigues pelas sugestões pertinentes efetuadas nas viagens para o trabalho.

Ao Eng^o Justino Santos e à Prof^a. Fernanda Silva pela paciência e tempo disponibilizado.

À minha mãe, aos meus avós e à Sofia por serem absolutamente extraordinários e por me apoiarem incondicionalmente.

Aos amigos, que só por existirem tornam tudo muito mais simples.

Ao DEGEI e aos seus docentes, pelos ensinamentos transmitidos e pela atenção prestada aos seus alunos.

palavras-chave

Desperdício, *Lean Manufacturing*, Mapeamento da Cadeia de Valor, Melhoria Contínua, *Overall Equipment Effectiveness*, Valor.

resumo

A filosofia de gestão *Lean Manufacturing* preconiza a definição e criação de valor na ótica do cliente através da eliminação dos desperdícios agregados ao processo produtivo.

O presente relatório descreve a aplicação de práticas *Lean Manufacturing* na produção de peças para o cliente Porsche, na empresa Simoldes Plásticos.

O projeto realizado teve como principais objetivos o aumento do rendimento operacional, a redução do tempo associado às paragens não programadas e a redução das rejeições das peças produzidas.

Para tal, recorreu-se à aplicação de metodologias associadas à produção *Lean* em regime de Melhoria Contínua. A utilização da metodologia de mapeamento da cadeia de valor e da ferramenta 5S foram preponderantes para este projeto.

De forma a avaliar a eficiência das alterações implementadas, recorreu-se ao indicador *Overall Equipment Effectiveness*. Os resultados alcançados evidenciam o elevado impacto que as práticas de gestão *Lean* promovem em ambientes produtivos.

keywords

Kaizen, Lean Manufacturing, Overall Equipment Effectiveness, Value, Value Stream Mapping, Waste.

abstract

The Lean Manufacturing Management promotes the definition and the creation of customer value, by eliminating the waste associated with the production system.

This report describes the application of Lean Manufacturing practices to the production of parts for Porsche customer in the company Simoldes Plásticos.

The main goals of this project were the increase of the effectiveness, the reduction of the unplanned stoppages and the reduction of defective parts.

Lean methodologies associated with Continuous Improvement were applied. Value Stream Mapping methodologies and 5S tools were fundamental for this project.

In order to measure the efficiency of the implementations the Overall Equipment Effectiveness indicator was used. The outcomes confirm the remarkable impact of Lean management practices on productive environments.

Índice de Conteúdos

1. Introdução	1
1.1 Simoldes Plásticos.....	1
1.2 Contexto e Objetivos do Projeto	3
1.3 Metodologia	4
1.4 Estrutura do Relatório	5
2. Enquadramento Teórico	7
2.1 <i>Lean Manufacturing</i>	7
2.1.1 História do <i>Lean Manufacturing</i>	7
2.1.2 Princípios e conceitos	8
2.1.2.1 Os princípios <i>Lean</i>	8
2.1.2.2 Desperdício ou <i>Muda</i>	10
2.1.3 Ferramentas e metodologias <i>Lean</i> aplicadas.....	13
2.1.3.1 Os Cinco S (5S)	14
2.1.3.2 Mapeamento da cadeia de valor.....	15
2.1.3.3 Diagrama de <i>Spaghetti</i>	19
2.1.3.4 Métodos à prova de erro (<i>Poka-Yoke</i>).....	19
2.1.3.5 <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE)	20
2.2 <i>Kaizen</i>	22
2.2.1 Ciclo de Deming	23
2.3 Medição do Trabalho	24
3. O Projeto SP 020/10	28
3.1 Caracterização do Projeto	28
3.2 Análise do Processo Produtivo das Peças Constituintes do Projeto	33
3.2.1 Constituição de Grupos de Trabalho	34
3.2.2 Recolha e tratamento estatístico de tempos padrão das peças	34
3.2.3 Caracterização do estado inicial do processo produtivo	37
3.2.3.1 <i>C-Saule Oben</i>	41
3.2.3.2 <i>Hecklappe Unten</i>	42
3.2.3.3 <i>Verk. Kofferraum</i>	43
3.2.3.4 <i>Montagerahmen</i>	44
3.2.3.5 <i>Motorraum Seitlich</i>	44
3.2.3.6 <i>Motorraum Hinten</i>	45
3.2.3.7 <i>Schlossverkleidung</i>	46
3.2.3.8 <i>Traeger Verkleidung</i>	46
3.2.3.9 <i>Z. Ablagefach</i>	47
3.2.4 Plano de Ação Desenvolvido	47
3.2.5 Caracterização do Estado Futuro Proposto	51
3.2.6 Caracterização do Estado Futuro Alcançado	57

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

4. Apresentação das Melhorias e Ferramentas <i>Lean</i> Utilizadas	64
4.1 Implementação das Ações Propostas	64
4.2 Análise Financeira	70
4.3 Aplicação de Práticas 5S's	72
4.4 Ajustamento do Número de Postos de Montagem	79
4.5 Diagrama de <i>Spaghetti</i>	80
4.6 OEE - <i>Overall Equipment Effectiveness</i>	84
5 Conclusões e Propostas de Trabalho Futuras	90
6 Bibliografia.....	93
7 Anexos	94

Índice de Figuras

Figura 1 - Simoldes Plásticos.....	2
Figura 2 - Os cinco princípios da filosofia <i>Lean</i>	10
Figura 3 - Os oito desperdícios.....	11
Figura 4 - Os 5's.....	15
Figura 5 - <i>Lead Time</i>	16
Figura 6 - Tempo de Ciclo.....	16
Figura 7 - Tempo de Valor Acrescentado.....	17
Figura 8 - Diagrama de <i>Spaghetti</i>	19
Figura 9 - Tempos usados na métrica OEE.....	22
Figura 10 - Ciclo de Deming.....	24
Figura 11 - Porsche Cayman.....	28
Figura 12 - Conjunto de peças produzidas pelo grupo Simoldes para o projeto.....	29
Figura 13 - Fluxograma representativo do processo produtivo.....	30
Figura 14 - <i>Layout</i> da área produtiva da SP.....	31
Figura 15 - Módulo de montagem.....	32
Figura 16 - Máquina de injeção 900I (módulo 2).....	33
Figura 17 - VSM do estado atual para a peça <i>C-Saule Oben</i>	40
Figura 18 - Método de corte de gito manual.....	41
Figura 19 - Estado futuro proposto para a peça <i>C-Saule Oben</i>	52
Figura 20 - Estado futuro alcançado para a peça <i>C-Saule Oben</i>	58
Figura 21 - Corte manual vs corte automatizado.....	64
Figura 22 - Índice gravado diretamente no molde.....	65
Figura 23 - Espuma já com feltro.....	66
Figura 24 - Periférico para montagem do <i>Montagerahmen</i>	66
Figura 25 - Substituição da embalagem intermédia pela embalagem do cliente.....	67
Figura 26 - Encaixe da patilha metálica do <i>Huelle</i> no <i>Motorraum Hinten</i>	68
Figura 27 - Base de montagem revestida.....	69
Figura 28 - Suporte para os sacos de plástico.....	70
Figura 29 - <i>Payback</i> do investimento realizado.....	72
Figura 30 - Lixo acumulado dentro da máquina de injeção.....	73
Figura 31 - Tabuleiro deslizante.....	73
Figura 32 - Posto de trabalho antes da remodelação.....	74
Figura 33 - Posto de trabalho depois da remodelação.....	75
Figura 34 - Identificação dos locais para colocar os componentes.....	75
Figura 35 - Posicionamento dos sacos do lixo.....	76
Figura 37 - Novo <i>layout</i> implementado.....	77
Figura 36 - Remodelação do módulo de montagem.....	77
Figura 38 - Sinótico e sua aplicação na máquina de injeção 150 III.....	78
Figura 39 - Intervenção na bancada para a estipulação do local mais conveniente para colocação do lubrificante.....	78
Figura 40 - Movimentações logísticas antes de efetuar todas as montagens no posto de injeção (<i>Montagerahmen</i>).....	81
Figura 41 - Movimentações logísticas depois de efetuar todas as montagens no posto de injeção (<i>Montagerahmen</i>).....	82
Figura 42 - Movimentações logísticas antes de efetuar a troca de embalagem nas peças <i>Motorraum Hinten</i> e <i>Schlossverkleidung</i>	82

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

Figura 43 - Movimentações logísticas depois de efetuar a troca de embalagem nas peças Motorraum Hinten e Schlossverkleidung.....	83
Figura 44 - Folha de cálculo usada para a obtenção do OEE.....	85
Figura 45 - Ilustração da evolução do OEE e dos seus componentes.....	86
Figura 46 - Número de peças rejeitadas em partes por milhão.....	89
Figura 47 - VSM <i>Hecklappe Unten</i> (estado Atual).....	112
Figura 48 - VSM <i>Verkl. Kofferaum</i> (estado Atual).....	113
Figura 49 - VSM <i>Montagerahmen</i> (estado Atual).....	114
Figura 50 - VSM <i>Motorraum Hinten</i> (estado Atual).....	115
Figura 51 - VSM <i>Motorraum Seitlich</i> (estado Atual).....	116
Figura 52 - VSM <i>Traeger Verkl</i> (estado Atual).....	117
Figura 53 - VSM <i>Schlossverkleidung</i> (estado Atual).....	118
Figura 54 - VSM <i>Z. Ablagefach</i> (estado Atual).....	119
Figura 55 - VSM <i>Hecklappe Unten</i> (estado futuro proposto).....	122
Figura 56 - VSM <i>Verk. Kofferaum</i> (estado futuro proposto).....	123
Figura 57 - VSM <i>Montagerahmen</i> (estado futuro proposto e estado efetivamente alcançado)	124
Figura 58 - VSM <i>Motorraum Hinten</i> (estado futuro proposto).....	125
Figura 59 - VSM <i>Motorraum Seitlich</i> (estado futuro proposto).....	126
Figura 60 - VSM <i>Schlossverkleidung</i> (estado futuro proposto e efetivamente alcançado).....	127
Figura 61 - VSM <i>Traeger</i> (estado futuro proposto e efetivamente alcançado).....	128
Figura 62 - VSM <i>Z. Ablagefach</i> (estado futuro proposto).....	129
Figura 63 - VSM <i>Hecklappe Unten</i> (estado futuro alcançado).....	130
Figura 64 - VSM <i>Verkl. Kofferaum</i> (estado futuro alcançado).....	131
Figura 65 - VSM <i>Montagerahmen</i> (estado futuro alcançado).....	132
Figura 66 - VSM <i>Motorraum Hinten</i> (estado futuro alcançado).....	133
Figura 67 - VSM <i>Motorraum Seitlich</i> (estado futuro alcançado).....	134
Figura 68 - VSM <i>Schlossverkleidung</i> (estado futuro proposto e alcançado).....	135
Figura 69 - VSM <i>Traeger Verkl.</i> (estado futuro proposto e alcançado).....	136
Figura 70 - VSM <i>Z. Ablagefach</i> (estado futuro alcançado).....	137

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Nível de confiança correspondente ao valor do desvio padrão.....	26
Tabela 3 - Estudo dos tempos das tarefas levadas a cabo na montagem para a peça <i>C-Saule Oben</i>	36
Tabela 2 - Estudo dos tempos das tarefas levadas a cabo na injeção para a peça <i>C-Saule Oben</i>	36
Tabela 4 - Estado Inicial do Projeto (teórico).....	38
Tabela 5 - Ações de melhoria associadas a cada um dos pontos críticos.....	50
Tabela 6 - Valores das métricas <i>Takt time</i> , Tempo de ciclo Planeado e Necessidade Mensal de MOD's para a peça <i>C-Saule Oben</i>	51
Tabela 7 - Valores associados às métricas <i>Lean</i> relativas ao processo produtivo inicial e futuro proposto para o <i>C-Saule Oben</i>	53
Tabela 8 - Valores associados às métricas <i>Lean</i> relativas ao processo produtivo inicial e futuro proposto para o <i>Hecklappe Unten</i>	53
Tabela 9 - Valores associados às métricas <i>Lean</i> relativas ao processo produtivo inicial e futuro proposto para o <i>Montagerahmen</i>	54

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

Tabela 10 - Valores associados às métricas <i>Lean</i> relativas ao processo produtivo inicial e futuro proposto para o <i>Motorraum Seitlich</i> .	54
Tabela 11 - Valores associados às métricas <i>Lean</i> relativas ao processo produtivo inicial e futuro proposto para o <i>Schlossverkleidung</i> .	55
Tabela 12 - Valores associados às métricas <i>Lean</i> relativas ao processo produtivo inicial e futuro proposto para o <i>Traeger Verkl.</i>	55
Tabela 13 - Valores associados às métricas <i>Lean</i> relativas ao processo produtivo inicial e futuro proposto para o <i>Verk. Kofferaum</i> .	56
Tabela 14 - Valores associados às métricas <i>Lean</i> relativas ao processo produtivo inicial e futuro proposto para o <i>Motorraum Hinten</i> .	56
Tabela 15 - Valores associados às métricas <i>Lean</i> relativas ao processo produtivo inicial e futuro proposto para o <i>Z. Ablagefach</i> .	57
Tabela 16 - Valores associados às métricas <i>Lean</i> relativas ao processo produtivo inicial e futuro efetivamente obtido para o <i>C-Saule Oben</i> .	59
Tabela 17 - Valores associados às métricas <i>Lean</i> relativas ao processo produtivo inicial e futuro efetivamente obtido para o <i>Hecklappe Unten</i> .	59
Tabela 18 - Valores associados às métricas <i>Lean</i> relativas ao processo produtivo inicial e futuro efetivamente obtido para o <i>Montagerahmen</i> .	60
Tabela 19 - Valores associados às métricas <i>Lean</i> relativas ao processo produtivo inicial e futuro efetivamente obtido para o <i>Motorraum Seitlich</i> .	60
Tabela 20 - Valores associados às métricas <i>Lean</i> relativas ao processo produtivo inicial e futuro efetivamente obtido para o <i>Schlossverkleidung</i> .	61
Tabela 21 - Valores associados às métricas <i>Lean</i> relativas ao processo produtivo inicial e futuro efetivamente obtido para o <i>Traeger Verkl.</i>	61
Tabela 22 - Valores associados às métricas <i>Lean</i> relativas ao processo produtivo inicial e futuro efetivamente obtido para o <i>Verk. Kofferaum</i> .	62
Tabela 23 - Valores associados às métricas <i>Lean</i> relativas ao processo produtivo inicial e futuro efetivamente obtido para o <i>Motorraum Hinten</i> .	62
Tabela 24 - Valores associados às métricas <i>Lean</i> relativas ao processo produtivo inicial e futuro efetivamente obtido para o <i>Z. Ablagefach</i> .	63
Tabela 25 - Análise dos ganhos associados às alterações propostas e concretizadas.	71
Tabela 26 - Análise dos custos associados às alterações propostas e concretizadas.	71
Tabela 27 - Estudo relativo à possibilidade de encerrar um posto de montagem.	80
Tabela 28 - Valores de compensação recomendados pela ILO	95
Tabela 29 – Peças constituintes do projeto e respetivos acessórios.	98
Tabela 30 - Estudo dos tempos das tarefas levadas a cabo na injeção para a peça <i>Hecklappe Unten</i> .	99
Tabela 31 - Estudo dos tempos das tarefas levadas a cabo na montagem para a peça <i>Hecklappe Unten</i> .	100
Tabela 32 - Estudo dos tempos das tarefas levadas a cabo na injeção para a peça <i>Verk. Kofferaum</i> .	101
Tabela 34 - Estudo dos tempos das tarefas levadas a cabo na injeção para a peça <i>Montagerahmen</i> .	102
Tabela 33 - Estudo dos tempos das tarefas levadas a cabo na montagem para a peça <i>Verk. Kofferaum</i> .	102
Tabela 35 - Estudo dos tempos das tarefas levadas a cabo na montagem para a peça <i>Montagerahmen</i> .	103
Tabela 36 - Estudo dos tempos das tarefas levadas a cabo na injeção para a peça <i>Motorraum Seitlich</i> .	103

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

Tabela 37 - Estudo dos tempos das tarefas levadas a cabo na montagem para a peça <i>Motorraum Seitlich</i> .	104
Tabela 38 - Estudo dos tempos das tarefas levadas a cabo na injeção para a peça <i>Schlossverkleidung</i> .	105
Tabela 39 - Estudo dos tempos das tarefas levadas a cabo na montagem para a peça <i>Schlossverkleidung</i> .	106
Tabela 40 - Estudo dos tempos das tarefas levadas a cabo na injeção para a peça <i>Traeger Verkl.</i>	107
Tabela 41 - Estudo dos tempos das tarefas levadas a cabo na montagem para a peça <i>Traeger Verkl.</i>	108
Tabela 42 - Estudo dos tempos das tarefas levadas a cabo na injeção para a peça <i>Motorraum Hinten</i> .	109
Tabela 43 - Estudo dos tempos das tarefas levadas a cabo na montagem para a peça <i>Motorraum Hinten</i> .	110
Tabela 44 - Estudo dos tempos das tarefas levadas a cabo na montagem para a peça <i>Z. Ablagefach</i> .	111
Tabela 45 - Valores das métricas <i>Lean</i> para a peça <i>Hecklappe Unten</i> .	120
Tabela 46 - Valores das métricas <i>Lean</i> para a peça <i>Verk. Kofferraum</i> .	120
Tabela 47 - Valores das métricas <i>Lean</i> para a peça <i>Motorraum Seitlich</i> .	120
Tabela 48 - Valores das métricas <i>Lean</i> para a peça <i>Motorraum Hinten</i> .	120
Tabela 49 - Valores das métricas <i>Lean</i> para a peça <i>Schlossverkleidung</i> .	120
Tabela 50 - Valores das métricas <i>Lean</i> para a peça <i>Traeger Verkl.</i>	121
Tabela 51 - Valores das métricas <i>Lean</i> para a peça <i>Z. Ablagefach</i> .	121

1. Introdução

O presente relatório apresenta o projeto desenvolvido na empresa Simoldes Plásticos, no âmbito da disciplina Estágio/Projeto/Dissertação em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade de Aveiro.

O projeto elaborado consistiu na aplicação de metodologias *Lean Manufacturing* num contexto real, ao nível da produção de peças para o interior de um automóvel do cliente Porsche.

O projeto teve início em Setembro de 2013 e teve a duração de 8 meses.

1.1 Simoldes Plásticos

O grupo Simoldes é presentemente constituído por 20 empresas e 8 gabinetes técnico-comerciais que atuam nas áreas dos moldes e de injeção de plásticos (Lourenço, 2003). A sua fundação data de 1959 com a criação da Simoldes Aços na cidade de Oliveira de Azeméis. Esta empresa dedicava-se ao fabrico de moldes para a injeção de plásticos para diversos sectores, tendo começado inicialmente por fabricar moldes para a produção de brinquedos e outros produtos de uso doméstico. Em 1968 a Simoldes Aços começou a trabalhar diretamente com a indústria automóvel, o que permitiu à mesma um crescimento célere e duradouro. O espírito empreendedor do seu fundador contribuiu para a expansão do grupo tendo este começado a produzir peças plásticas por injeção em 1980. Esta ocorrência levou à demarcação da Simoldes em dois grandes grupos: Divisão de Aços (*Tool Division*) e a Divisão de Plásticos (*Plastic Division*). A partir do início dos anos 90, o ritmo de crescimento do grupo tornou-se mais célere, acentuando-se o volume de investimento tanto no fabrico de moldes como na injeção de plásticos, quer em Portugal, quer no estrangeiro (Lourenço, 2003).

Presentemente, a divisão de plásticos possui sete fábricas dispersas pelo Brasil, França, Polónia e Portugal, conservando a sua sede na Simoldes Plásticos (SP) em Oliveira de Azeméis.

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos



Figura 1 - Simoldes Plásticos.
Fonte: www.oazonline.com

A missão do grupo Simoldes é constituir-se como a escolha preferencial de clientes, funcionários e fornecedores, contribuindo para um crescimento sustentável e para a satisfação dos seus *stakeholders*. Para que este crescimento e satisfação dos *stakeholders* fosse possível, a relação privilegiada que a Simoldes tem com a Renault foi um fator chave. A aprendizagem que se iniciou nos anos 80 e que ainda hoje se mantém colocou a Simoldes no ranking dos 10 melhores fornecedores da Renault a nível mundial (Lourenço, 2003).

Como principais objetivos que regem a forma de atuação da Simoldes Plásticos estão a aposta na qualidade dos produtos produzidos e na procura de alcançar, e, sempre que possível, exceder as expectativas dos *stakeholders*. Por estes motivos a empresa preconiza uma estratégia de melhoria contínua que requer o envolvimento de todos os seus profissionais.

Graças ao elevado *know-how* e à tecnologia de ponta detidos, que permitem o desenvolvimento de estudos de conceção de produtos com os clientes e a realização do acompanhamento de grandes projetos, o grupo Simoldes é um dos poucos capazes de fornecer diretamente alguns dos maiores construtores automóveis mundiais, tais como: Renault, Volkswagen, Audi, Citroën, Peugeot, Seat, Mercedes-Benz ou a Porsche.

A Simoldes Plásticos, à semelhança das outras empresas da Divisão de Plásticos, encontra-se organizada por departamentos, sendo eles : Direção de Fábrica, Recursos Humanos, Departamento Financeiro, Produção, Logística, Qualidade, Manutenção, Engenharia do Produto e a Engenharia de Processo. Este último foi onde este projeto teve lugar e é o departamento que tem como objetivo garantir a existência das condições essenciais à produção de componentes. Por esta razão podemos dizer que é um departamento com um âmbito de atuação transversal a todos os outros. O departamento de Engenharia de Processo tem como foco da sua atuação a implementação de melhorias

contínuas aos processos produtivos através de práticas baseadas nos princípios *Lean Manufacturing*.

1.2 Contexto e Objetivos do Projeto

Num mundo cada vez mais competitivo e exigente para com as empresas, é fundamental produzir com baixo custo e com elevada qualidade. Esta competitividade torna-se ainda maior quando estamos inseridos num sector fortemente afetado pela crise económica que se sente à escala global.

O sector automóvel onde a Simoldes Plásticos se insere, obriga a que as empresas apostem fortemente no aumento da sua produtividade. A procura por uma maior eficiência deve portanto ser tida como uma preocupação diária de todos os colaboradores. A melhoria contínua dos seus processos de trabalho torna-se imprescindível para que se verifique um aumento de produtividade o que implicará também um aumento da capacidade competitiva da empresa. A utilização da filosofia *Lean* permite às organizações a eliminação de muitos desperdícios encobertos nas suas atividades e processos, resultando numa redução dos custos de produção.

O projeto Porsche, foi o primeiro projeto de automóveis de gama alta, alguma vez implementado na Simoldes Plásticos. O elevado esforço efetuado pela SP para ganhar este negócio, deteve-se com interesse estratégico de se poder associar à Porsche. Ser o fornecedor de uma marca de renome a nível mundial poderá abrir as portas do mercado de automóveis de gama alta ao grupo Simoldes, um nicho de mercado bastante cobiçado pela empresa. Todavia, devido à existência de um número invulgarmente elevado de montagens associadas a cada uma das peças injetadas, foi registado um rendimento operacional muito baixo. Como contra medida, foram desenvolvidos periféricos de montagem com a finalidade de ajudar os operadores nas montagens a realizar e garantir a sua correta execução e também associados mais meios humanos ao projeto. Apesar deste elevado esforço, o rendimento operacional (RO) deste processo produtivo continuava a apresentar valores pouco comuns e que demonstravam a necessidade de efetuar um estudo profundo do processo produtivo. A importância deste projeto prende-se com a necessidade de compreender os fatores que afetam o RO deste processo produtivo.

O projeto levado a cabo com o recurso a ferramentas *Lean* teve como objetivos:

- melhorar o processo produtivo, tanto no módulo de injeção como na linha de montagem, do projeto Porsche Cayman – SP020/10, assim como a redução da rejeição das peças por parte do cliente e também pela Simoldes Plásticos. Para tal foram utilizadas soluções Poka-Yoke, que permitiram que a maioria das peças não conformes fossem rejeitadas automaticamente pela máquina de injeção; foi aplicada a metodologia 5S de forma a obter as condições ótimas do posto de trabalho; foram também estudados os movimentos logísticos associados à produção das peças.
- Aumentar a robustez dos processos de injeção e montagem das peças. Para que tal fosse possível, foi usada a metodologia VSM. Esta permitiu a identificação dos pontos críticos relativos a ambos os processos. Foram apresentadas e implementadas ações de melhoria sempre que as mesmas provaram existir viabilidade na sua execução. Foi realizada uma análise financeira de forma a definir os ganhos associados ao projeto realizado, e por fim, avaliada a evolução do rendimento operacional ao longo do projeto, recorrendo à métrica *Overall Equipment Effectiveness* (OEE).

Associado à concretização dos objetivos atrás identificados, pretendia-se alcançar:

- Um aumento de 10% relativamente ao índice RO;
- Uma redução de 15% face às paragens não programadas;
- A redução das rejeições;
- Implementação de um nivelamento que permitisse fazer face às necessidades do cliente em um só turno.

1.3 Metodologia

Para que fosse possível atingir os objetivos supracitados, foi de vital importância efetuar um estudo aprofundado relativo à filosofia de gestão *Lean Manufacturing*. Seguidamente procedeu-se à recolha dos dados necessários para a análise do processo produtivo e só depois foram então definidas e implementadas as ações de melhoria, bem como monitorizados os resultados obtidos.

Começou-se então pela pesquisa bibliográfica que se focou nos conceitos e metodologias sobre as quais assentam os princípios *Lean Manufacturing*. A análise do processo de fabrico das peças que constituem este projeto foi baseada nesta pesquisa.

Posteriormente formaram-se então os grupos de trabalho para que se procedesse à recolha e posterior tratamento dos dados pertinentes para a caracterização deste processo produtivo.

Recorrendo à metodologia de mapeamento da cadeia de valor (VSM), foram mapeados os estados atuais de todas as peças e definiram-se as ações necessárias com o objetivo de eliminar o desperdício e otimizar o processo de fabrico.

As ações de melhoria levadas a cabo foram realizadas ao longo de todo o projeto, em regime de melhoria contínua.

Foi utilizada a métrica *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) durante todo o projeto, de forma a monitorizar os processos produtivos das peças fabricadas para o cliente Porsche.

O projeto teve o seu término a 30 de Abril de 2014, embora nessa data não tivessem sido implementadas todas as ações de melhoria propostas.

1.4 Estrutura do Relatório

O presente relatório encontra-se dividido em quatro capítulos distintos.

No capítulo 1, é feita uma pequena introdução ao projeto realizado. Começa-se então pela elaboração de uma introdução à Simoldes Plásticos, empresa esta onde decorreu o presente projeto. Foi explicitada a sua relação de parceria com marcas de referência, devendo-se esta à relevância que a SP tem na injeção de peças para a indústria automóvel. Foram definidos os objetivos traçados e clarificada a importância do projeto Porsche para a SP. Seguidamente foi apresentada a metodologia *Lean Manufacturing*, que foi extensivamente usada para a optimização do processo produtivo relativo ao projeto Porsche.

O capítulo 2 acomoda o enquadramento teórico usado como suporte ao projeto. Os conceitos de Melhoria Contínua e de *Lean Manufacturing* são apresentados como os pilares que suportam o projeto levado a cabo. Foram descritas as metodologias e as ferramentas utilizadas no projeto: 5S, Mapeamento da Cadeia de Valor, Diagrama de Spaghetti e Métodos à Prova de Erro. Estas permitiram que fosse efetuada a análise aos processos produtivos, avaliado o seu desempenho, e ainda, projetar e implementar planos de ação com o intuito de

obter uma eficiência superior dos processos. É ainda abordada neste capítulo a importância da implementação nas empresas, de uma cultura *Kaizen*.

No capítulo 3, é efetuada uma narração pormenorizada, de todo o trabalho desenvolvido na Simoldes Plásticos. O foco deste capítulo prende-se com a análise do processo produtivo das peças que fazem parte do projeto Porsche e, consequentemente, a aplicação da ferramenta VSM usada tanto para efetuar a caracterização do estado inicial, como para projetar o estado futuro. A informação usada nos VSM's adveio da recolha e posterior tratamento estatístico dos dados pertinentes relativos ao processo produtivo. Para que melhor se percebesse as ações que foram efetivamente aplicadas e os resultados das mesmas, foram criados dois estados futuros. O estado futuro idealizado, o qual reflete a implementação de todas as melhorias propostas, e o estado futuro alcançado. Este último espelha por sua vez o estado futuro obtido no final do projeto.

No capítulo 4, procede-se à exposição da implementação das ações propostas e impacto financeiro associado. É também aplicada a metodologia 5S's e a ferramenta diagrama de *Spaghetti* ao processo produtivo. Para fechar este capítulo, é apresentada a evolução do indicador OEE ao longo do projeto e são explicadas as variações obtidas.

Por fim, o capítulo 5 sumaria as principais ilações do projeto realizado e indica algumas sugestões de trabalho futuro.

2. Enquadramento Teórico

No presente capítulo expõe-se o enquadramento teórico do projeto que foi desenvolvido com o recurso às filosofias *Lean Manufacturing* e Melhoria Contínua.

2.1 *Lean Manufacturing*

2.1.1 História do *Lean Manufacturing*

No princípio do século XX Henry Ford alcançou dois objetivos: conseguiu idealizar um carro passível de ser produzido e que era também *user-friendly*. Estes dois acontecimentos proporcionaram uma mudança de rumo drástica na indústria dos veículos motorizados.

Ao contrário do que muitos creem a chave do sucesso da produção em massa do modelo T não passou pela utilização de uma linha de montagem em movimento ou contínua. Esta deveu-se à permutabilidade completa e consistente das peças e à simplicidade das montagens realizadas. No entanto, à medida que a procura por produtos diversificados e a escassez de recursos devido à Segunda Guerra Mundial aumentaram, Ford e a sua linha de montagem de produtos estandardizados começaram a perder a influência de outrora (Womack et al., 1990).

Após a Segunda Guerra Mundial o Sistema de Produção Toyota (TPS) emergiu no Japão apresentando-se como alternativa à produção em massa, tendo Eiji Toyoda, Taiichi Ohno e Shigeo Shingo como os seus principais impulsionadores. Os construtores de carros nipónicos pretendiam fornecer ao mercado uma variedade de modelos que não era viável de ser produzida utilizando as ferramentas que Eiji Toyoda tinha importado da fábrica da Ford. A escassez de matéria prima obrigou a que o planeamento da produção fosse detalhado ao nível de não existirem stocks de produto acabado e aí surgiu a filosofia de produção *just-in-time* (JIT), onde a produção só é levada a cabo após existir um pedido para aquele produto específico. O baixo número de recursos de que Taiichi Ohno dispunha, obrigavam a que fossem feitas um elevado número de mudanças de ferramenta. Esta situação fez com que a troca de ferramentas fosse aprimorada. Assim, uma troca que demorava sensivelmente um dia a ser feita no final da década 1940 passou a demorar, 10 anos depois, cerca de três minutos. Esta melhoria permitiu concluir que produzir lotes pequenos permitia baixar o custo por

peça, comparativamente com a produção de lotes de grandes quantidades devido à redução do custo de posse. A produção de peças para uso imediato permitiu também aumentar as exigências relativas à qualidade das peças produzidas porque os defeitos eram encontrados rapidamente, em oposição à produção em massa. Estas medidas revolucionárias fizeram com que a Toyota e o seu sistema produtivo passassem a ser uma referência para todas as empresas a nível mundial tanto no seu sector como em muitos outros (Womack et al., 1990).

Nos anos 90 após a obra de referência de *James Womack* e *Daniel Jones*, o TPS passou a ser chamado de *Lean Manufacturing* ou *Lean Production*. Esta abordagem permitiu às empresas definir o conceito de valor, passando estas a estar mais atentas às ações levadas a cabo quando algo lhes é solicitado, para que possam ser mais eficientes e reduzam ao máximo os desperdícios ao longo de todo o processo. Uma gestão da produção *Lean* exige a eliminação de todas as fontes de desperdício para que se consiga maximizar o valor na ótica do cliente (Pinto, 2009).

Os resultados satisfatórios obtidos através da utilização da filosofia de gestão *Lean* na indústria automóvel levaram a que esta se expandisse a diversos sectores tendo sido obtidos resultados igualmente positivos.

2.1.2 Princípios e conceitos

Nesta subsecção procede-se à descrição dos princípios e conceitos associados à filosofia *Lean*.

2.1.2.1 Os princípios *Lean*

Womack e Jones (2003) identificaram cinco princípios da filosofia do pensamento *Lean*: Criação de valor, Identificação da cadeia de valor, Optimização do fluxo de valor, Sistema *Pull* e Perfeição. A figura 2 ilustra estes cinco princípios.

Criação de Valor – O valor é o centro do pensamento *Lean*. É a presença deste, no ponto de vista do cliente, que justifica a existência de uma organização. Segundo Pinto (2009), valor é tudo aquilo que justifica a atenção, o tempo e o esforço que dedicamos a algo. O valor só tem significado quando está expresso num produto em específico, quer este seja um serviço ou um bem material, que vai de encontro às necessidades do público alvo a um determinado preço numa dada altura (Womack e Jones, 2003).

“O pensamento *Lean* deve portanto começar com uma tentativa consciente de definir precisamente valor, em termos de produtos específicos, com capacidades específicas, oferecidas a preços específicos, através de um diálogo com clientes específicos.” (Womack e Jones, 2003).

Identificação da Cadeia de Valor – A cadeia de valor é o conjunto de todas as ações necessárias para fazer com que um determinado produto ou serviço ultrapasse as três tarefas críticas de gestão de qualquer negócio. Fazem parte deste conjunto as tarefas de resolução de problemas, a gestão da informação e a transformação física dos bens. A identificação de toda a cadeia de valor de um produto expõe com frequência uma enorme quantidade de desperdícios (*muda*) (Womack e Jones, 2003).

Optimização do fluxo de valor – Após a especificação correta do conceito de valor, do mapeamento da cadeia de valor e da eliminação dos desperdícios observados, passamos ao próximo passo que será manter todos os outros passos que criam valor a fluir. Este princípio incide então sobre o fluxo que os produtos seguem ao longo da cadeia de abastecimento até ao cliente final e inclui somente as atividades que acrescentam valor (Womack e Jones, 2003).

Sistema *Pull* – Sistema de produção onde as instruções de fabrico partem do cliente final e percorrem o fluxo de valor de jusante para montante. No sistema *Pull* não existe então produção de bens sem que previamente exista um pedido por parte do cliente. Assim não existem desperdícios relacionados com a existência de produção excessiva (Womack e Jones, 2003).

Perfeição – A perfeição é o último dos cinco princípios *Lean*. Segundo Womack e Jones (2003) esta é definida como a completa eliminação de *muda* para que todas as atividades ao longo da cadeia de valor acrescentem efetivamente valor. A busca da perfeição é então o caminho a percorrer porque não existe fim para a redução do esforço, do espaço, dos custos e dos erros nos processos produtivos.

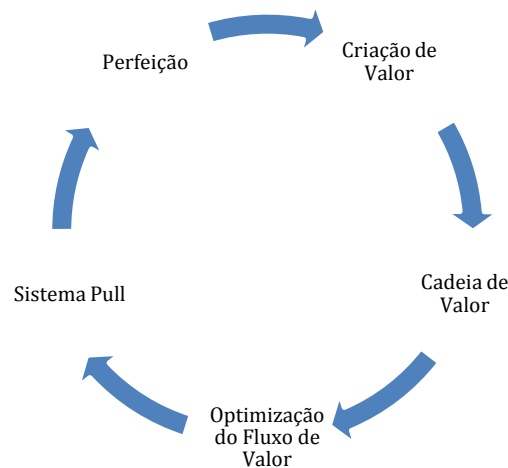


Figura 2 - Os cinco princípios da filosofia *Lean*.

2.1.2.2 Desperdício ou *Muda*

O desperdício ou *muda*, como lhe chamam os Japoneses, diz respeito a todas aquelas atividades que realizamos e que não acrescentam valor. Estas consomem tempo e recursos e fazem com que o produto ou serviço que disponibilizamos se torne mais oneroso. A existência de custos relacionados com a presença de desperdícios implica que sejamos obrigados a cobrar mais pelos produtos e serviços que disponibilizamos do que o preço que seria justo. Esta situação traduzir-se-á numa desvantagem competitiva assim que existir um *player* de mercado que seja capaz de oferecer o mesmo valor para o cliente exigindo uma quantia monetária inferior. Segundo Pinto (2009), cerca de 95% do tempo de uma organização é despendido na realização de atividades que não criam valor. Problemas relacionados com a qualidade, as inspeções/controles, o armazenamento de materiais e a burocracia resultam num desperdício de tempo e dinheiro.

É de vital importância classificar as diferentes formas de desperdício para que estas possam ser combatidas. Estas podem ser classificadas da seguinte forma:

- O puro desperdício – são atividades completamente desnecessárias. Este tipo de desperdício chega a representar 65% do *muda* nas organizações (Pinto, 2009).
- O desperdício necessário – são atividades que apesar de não acrescentarem valor têm de ser realizadas. A obrigação das empresas é então reduzir ao máximo este tipo de desperdício (Pinto, 2009).

No decorrer do desenvolvimento do TPS Ohno e Shingo identificaram as sete categorias mais comuns de desperdícios. Contudo, segundo a bibliografia mais recente existem outras categorias de desperdício. Dentro destas vamos ter em especial atenção a não utilização do capital humano. Na figura 3 estão ilustradas as oito categorias de desperdício.



Figura 3 - Os oito desperdícios.

Adaptado de : <http://www.goleansixsigma.com/>

Excesso de produção – Esta é por excelência a categoria mais penalizante das sete e é o exato oposto da produção *just in time*. Uma produção excessiva implica produzir o que não é necessário, quando não é necessário e em quantidades desnecessárias. Como consequência vamos ter uma ocupação de recursos desnecessária e o aumento dos stocks, sem que isto represente um retorno financeiro (Pinto, 2009 e Womack e Jones, 2002).

Segundo Pinto (2009), as causas mais comuns deste tipo de desperdício são os grandes lotes de produção que são calculados tendo em conta o equilíbrio entre os custos de setup e de posse dos materiais; a produção *just in case* na expectativa de venda antecipada; e a criação de stocks para compensar peças defeituosas, atrasos nas entregas ou avarias nos equipamentos.

A implementação de ferramentas *Lean Manufacturing* como o Sistema *Kanban* e o SMED permitem não só produzir a quantidade que é pedida no momento em

que esta é necessária, como também diminuir os tempos de *setup* fazendo com que o tamanho do lote económico seja reduzido.

Esperas – As esperas dizem respeito ao tempo que tanto as pessoas como os equipamentos perdem à espera de algo. Podem ocorrer sempre que existam problemas com o *layout*, problemas com os fornecedores internos e externos, fluxos obstruídos devido a avarias, defeitos de entregas ou até mesmo acidentes e sempre que a oferta não esteja balanceada ou sincronizada com a procura. Os tempos inativos podem ser eliminados nivelando as operações (*heijunka*), fazendo mudanças rápidas de ferramentas e realizando o balanceamento dos postos de trabalho.

Transporte – O transporte consiste em qualquer movimentação ou transferência de materiais, partes montadas ou peças acabadas de um sítio para o outro por algum motivo. Para efetuar o transporte são necessários sistemas de transporte que ocupam espaço na fábrica, crescem os custos, aumentam o tempo de fabrico e por vezes fazem com que os produtos se danifiquem (Pinto, 2009 e Womack e Jones, 2002).

Através da correção dos *layouts*, da alteração do planeamento das operações e da adopção de sistemas de transporte mais flexíveis é possível reduzir os transportes e movimentações.

Desperdício do próprio processo – Este tipo de desperdício está associado a operações e a processos que não são necessários. A falta de treino e/ou uniformização pode também provocar desperdícios. A todos os processos estão associadas perdas e por isso estas devem ser eliminadas ao máximo. A automatização de processos/tarefas, a formação de colaboradores ou a substituição dos processos atuais por outros mais eficientes são formas de eliminar este tipo de desperdício.

Stocks – Segundo Pinto (2009), “os stocks são a mãe de todos os males”. Uma das melhores maneiras de encontrar desperdícios é então examinar os locais onde existe a propensão para a existência de stocks. Algumas das causas mais comuns para a existência de stocks são os elevados tempos de mudança de ferramenta, produção *just-in-case*, problemas relacionados com a qualidade e a existência de gargalos ou estrangulamentos em alguns dos processos.

De forma a eliminar os stocks deverá então existir um nivelamento da produção, a melhoria da qualidade dos processos, trocas rápidas de ferramenta e o recurso a produção puxada (*Pull*).

Defeitos – Os desperdícios por definição incluem os defeitos ou os problemas de qualidade. A existência de defeitos implica custos associados à inspeção e à necessidade de aumentar os stocks para compensar as peças com defeito. Como consequência a produtividade diminui e o custos dos produtos e serviços aumentam. As principais causas de defeitos são o pensamento incorreto de que errar é humano, a ausência de padrões tanto de autocontrolo e de inspeção como de operações de fabrico e montagem. Para eliminar os defeitos deve-se sempre que possível uniformizar operações, materiais e processos, utilizar dispositivos de prevenção de erros (*poka-yoke*) e construir qualidade na fonte e em cada processo/operação, garantindo que os mesmos são feitos bem à primeira para que possam ser eliminadas posteriores inspeções e controlos (Pinto, 2009).

Trabalho desnecessário – Este desperdício diz respeito a todo e qualquer movimento que não é necessário para a execução das operações. A desmotivação dos colaboradores, o *layout* incorreto do posto de trabalho e a falta de formação e treino das pessoas são algumas das causas que motivam este tipo de trabalho. Apostar na formação e treino dos colaboradores assim como na promoção da uniformização das operações de trabalho, são formas de eliminar o trabalho desnecessário.

Uma grande parte dos movimentos que realizamos não são na realidade necessários visto que não acrescentam qualquer tipo de valor ao produto ou ao serviço.

Foram definidas por Brunt *et al.*, (1998), mais sete classes de desperdícios que se aplicam também aos serviços. Contudo no intuito deste trabalho só uma delas apresenta relevância a qual é seguidamente apresentada.

Não utilização do potencial humano – As organizações *Lean* premeiam a utilização da capacidade mental de todos os seus colaboradores. Estas organizações apresentam ganhos de eficiência, de desempenho financeiro e são conhecidas por *learning organizations* (Pinto, 2009).

2.1.3 Ferramentas e metodologias *Lean* aplicadas

Seguidamente procede-se a uma breve descrição das ferramentas e metodologias *Lean* que foram utilizadas no projeto em causa e, consequentemente, no presente relatório.

2.1.3.1 Os Cinco S (5S)

Esta ferramenta diz respeito a um conjunto de práticas que visam a redução do desperdício e a melhoria do desempenho de pessoas e processos, através de uma abordagem que tem por base a manutenção das condições ideais dos locais de trabalho (Pinto, 2009). Esta metodologia, proveniente do Japão, ficou denominada de 5S visto que dela fazem parte cinco palavras que começam pela letra “S”.

1. *Seiri* (Organizar) – O primeiro dos 5S consiste na organização do posto de trabalho, ou seja na separação do útil do inútil.
2. *Seiton* (Arrumar) – O segundo “S” diz respeito à arrumação do posto de trabalho. Cada coisa deve estar no lugar previamente definido e devem estar à mão todos os objetos mais utilizados. A colocação de ajudas visuais tem grande interesse porque simplifica esta tarefa.
3. *Seiso* (Limpar) – O terceiro “S” diz respeito à limpeza. Após a divisão do posto de trabalho pelos operários, cada um deve ser responsável pela limpeza da área que lhe compete.
4. *Seiketsu* (Normalizar) – O quarto “S” está relacionado com a implementação de normas tanto de limpeza como de arrumação no posto de trabalho. Todos os equipamentos/postos do mesmo tipo devem estar normalizados.
5. *Shitsuke* (Manter) – O quinto e último “S” diz respeito à autodisciplina, ou seja à manutenção dos princípios de organização, sistematização e limpeza aplicados anteriormente com o objetivo de eliminar a variabilidade. (Pinto, 2009)

Mais recentemente existe um alargado número de empresas que adopta um sexto “S”. Este “S” está relacionado com a segurança e não pode de forma alguma ser dissociado tanto dos anteriores como de qualquer atividade realizada. A implementação e utilização de rotinas que visam a manutenção da ordem e da organização são fundamentais para a optimização da eficiência das atividades realizadas. A figura 4 tem como objetivo ilustrar os 5S's.



Figura 4 - Os 5's.

2.1.3.2 Mapeamento da cadeia de valor

O mapeamento da cadeia de valor é um método que permite visualizar e compreender o percurso, quer este seja de um produto ou serviço ao longo de toda a cadeia de valor. O trabalho a partir da perspectiva da cadeia de valor permite uma visão mais global dos processos e possibilita uma atuação mais global e menos centrada em processos individuais. Este método simples e eficaz é amplamente utilizado no universo das aplicações *Lean Thinking*. Numa primeira fase permite reconhecer os desperdícios e suas causas (mapeamento do estado atual) e ao mesmo tempo colocar o foco no estado pretendido (estado futuro), através da definição de planos de ação que visam a eliminação dos desperdícios identificados no mapeamento do estado atual (Pinto, 2009; Rother e Shook, 1999).

Para que seja possível efetuar um correto mapeamento da cadeia de valor é necessária uma equipa multidisciplinar com elementos advindos de diversos departamentos chave da empresa e com elevados conhecimentos dos processos envolvidos na produção. No VSM são tidos em conta tanto o fluxo de materiais como o de informações. É de elevada importância que seja efetuado o mapeamento de ambos os fluxos. Esta é uma ferramenta vocacionada por excelência para as questões relacionadas com a redução dos tempos dos processos (*lead time*), contudo, realça os custos relativos aos processos, considerando-os nos processos de análise e de tomada de decisão (Pinto, 2009; Womack e Jones, 2002).

As métricas *Lean* seguidamente apresentadas estão diretamente relacionadas com o método VSM e são essenciais para a identificação e eliminação de desperdícios.

O *Lead Time* (L/T) consiste no tempo que uma peça leva a percorrer um processo ou uma cadeia de valor. É o tempo necessário para que a matéria prima recebida seja transformada e entregue ao cliente (Rother e Shook, 1999). A figura 5 serve de ilustração ao anteriormente explicado.

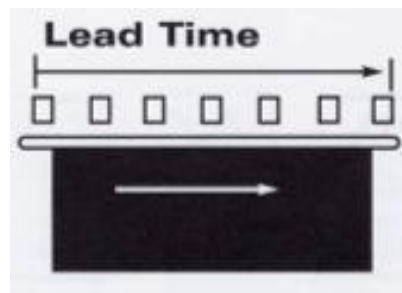


Figura 5 - *Lead Time*.
(Fonte: Rother e Shook, 1999)

O tempo de ciclo (C/T) é o tempo que decorre desde que uma tarefa é executada até que se procede à sua repetição. É também denominado de tempo de ciclo o tempo necessário para que o operador do posto de trabalho com a tarefa ou conjunto de tarefas mais demoradas, realize todas as operações que lhe competem (Rother e Shook, 1999). A figura 6 ilustra esta questão.

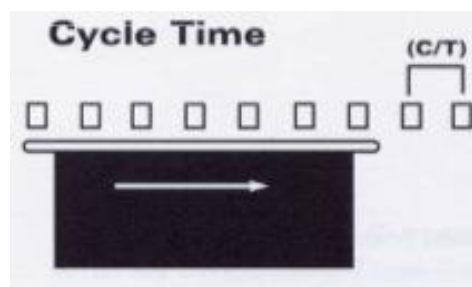


Figura 6 - Tempo de Ciclo.
(Fonte: Rother e Shook, 1999)

O tempo de valor acrescentado (TVA) é o tempo gasto a executar operações ao produto que lhe acrescentam valor e pelas quais o cliente está disposto a pagar (Rother e Shook, 1999). A figura 7 representa o anteriormente explicado.

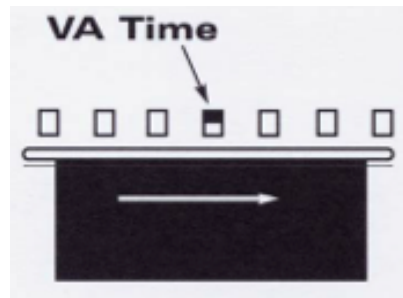


Figura 7 - Tempo de Valor Acrescentado.

(Fonte: Rother e Shook, 1999)

O *takt time* determina a periodicidade com que deve ser produzida uma peça, refletindo o ritmo imposto ao fluxo de trabalho pelo pedido do cliente. Esta métrica tem como objetivo sincronizar o ritmo de produção com as necessidades dos clientes (Rother e Shook, 1999; Pinto, 2009).

$$Takt\ Time = \frac{Tempo\ disponível\ por\ dia\ (em\ segundos)}{N^o\ de\ unidades\ encomendadas\ pelo\ cliente\ por\ dia}$$

O tempo de ciclo planeado (TCP) diz respeito ao *takt-time* associado a um rendimento específico. Este valor deve apresentar uma cadência produtiva mais elevada para colmatar problemas e paragens inesperadas.

A fórmula seguinte permite efetuar o cálculo do TCP:

$$TCP = Takt\ Time \times Rendimento \quad (1)$$

A Ocupação Mensal da Máquina (OMM) assinala o número de dias de produção necessários para satisfazer as necessidades do cliente, relativamente a uma das peças que fazem parte deste projeto.

A OMM para uma peça pode ser calculada da seguinte forma:

$$OMM\ (dias/mês) = \frac{TC \times NPD \times DPM}{HD \times SPH} \quad (2)$$

Fonte: Documento interno SP.

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

Na qual:

TC : Tempo de ciclo (segundos);

NPD: Necessidade de peças por dia;

DPM: Dias úteis de trabalho por mês;

HD: Horas de trabalho diárias;

SPH: Segundos presente em uma hora.

O cálculo da Necessidade Mensal de Mão-de-Obra Direta (NMMOD) possibilita saber quais os custos associados aos processos produtivos, fornecendo a indicação do número de operadores que devem estar associados à produção de uma determinada peça. Permite à empresa elaborar uma melhor distribuição dos seus recursos humanos.

A fórmula utilizada para o cálculo desta métrica foi a seguinte:

$$NMMOD = N^{\circ} \text{ de Operadores} \times N^{\circ} \text{ de Turnos} \times \frac{OMM}{DPM} \quad (3)$$

Fonte: Documento interno SP.

Em que:

NMMOD: Necessidade mensal de mão de obra Direta;

Nº de Operadores: Mão de obra direta associada ao processo de uma peça;

Nº de Turnos: Número de turnos diários;

OMM: Ocupação Mensal da Máquina em dias/mês;

DPM: Dias úteis de trabalho por mês.

Convém salientar que, o número de operadores a utilizar em cada processo produtivo, será sempre o menor valor possível capaz de satisfazer o *takt-time* nos postos de montagem e o tempo de ciclo nas máquinas de injeção.

2.1.3.3 Diagrama de *Spaghetti*

O diagrama de *Spaghetti* é uma ferramenta que apesar de ser simples de utilizar é bastante poderosa. Esta permite visualizar todos os movimentos e transportes executados ao longo da cadeia de valor do produto, dando frequentemente origem a oportunidades de melhoria para redução do desperdício (Wilson., 2010).

Este diagrama é normalmente desenhado à mão sobre a planta da fábrica com marcadores de cores distintas para o material e o operador. Seguidamente é efectuada a medição da distância percorrida por ambos. A figura 8 ilustra um diagrama de *Spaghetti* de um processo produtivo, onde é possível observar os componentes, o processo e as movimentações que lhes são inerentes (Shook,. et al., 2008).

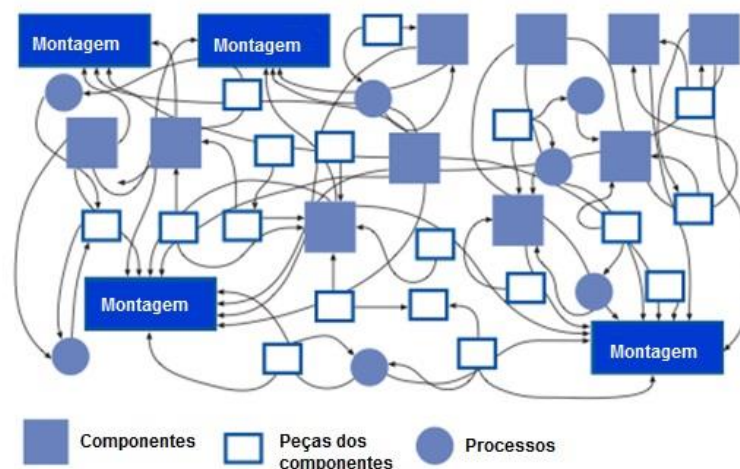


Figura 8 - Diagrama de *Spaghetti*.
(Adaptado de: Shook,. et al., 2008)

2.1.3.4 Métodos à prova de erro (*Poka-Yoke*)

Este método desenvolvido pelo engenheiro Japonês Shingeo Shingo surgiu devido à necessidade de projetar processos produtivos livres de erros. A aplicação destes métodos garante que os erros que estes permitem identificar sejam resolvidos de imediato, impossibilitando que transitem para fases

posteriores do processo produtivo e que inclusivamente cheguem ao cliente. Segundo Pinto (2009), os métodos à prova de erro contemplam os seguintes passos :

1. Identificação do que pode correr mal, seja um erro, um defeito ou até mesmo uma reclamação.
2. Criar modos de prevenção (proactivos) ou deteção do erro.
3. Identificar as ações a levar a cabo após a deteção de um erro ou falha.

Os métodos à prova de erro podem ser classificados como métodos de prevenção e métodos de deteção. Os primeiros subdividem-se em três categorias:

- Controlo – Implica uma ação corretiva para o problema em causa;
- Paragem – Implica uma paragem do sistema/equipamento aquando da deteção de um erro.
- Fatores Humanos - Recurso a cores, sons, formas, símbolos e *checklists* de forma a evitar a ocorrência ou propagação de erros.

Os métodos de aviso ou deteção, por seu lado, apenas detetam o problema e enviam um sinal ao operador. A possibilidade deste sinal ser ignorado pelo operador faz com que os métodos de prevenção sejam preferíveis aos de aviso.

A aplicação de soluções *poka-yoke* que não permitam que peças com defeito transitem dos postos de trabalho onde são produzidas denomina-se de *Jidoka*, ou automação.

2.1.3.5 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

O *Overall Equipment Effectiveness* ou OEE é uma métrica *Lean* que permite medir o desempenho global do processo ou sistema. Foi concebida para apoiar a filosofia TPM, contudo hoje em dia é vastamente aplicada não estando só limitada a processos industriais. Segundo Pinto (2009), este indicador contempla os três elementos que numa empresa estão envolvidos na criação de valor (pessoas, processos e equipamentos).

$$OEE = \text{Disponibilidade} \times \text{Performance} \times \text{Qualidade} \quad (4)$$

Fonte: Documento interno SP.

A disponibilidade diz respeito ao tempo real em que o equipamento está em funcionamento. É calculada subtraindo ao tempo de abertura, que é o tempo total

subtraído das paragens programadas, o tempo associado às perdas de disponibilidade, e dividido o valor resultante pelo tempo de abertura.

$$Disponibilidade = \frac{\text{Tempo de Abertura} - \text{Perdas de Disponibilidade}}{\text{Tempo de Abertura}} \quad (5)$$

A performance está relacionada com o desempenho do equipamento/processo relativamente ao esperado. É obtida subtraindo ao tempo disponível o tempo associado às perdas de performance e dividindo o valor resultante pelo tempo disponível. Este último por sua vez pode ser obtido subtraindo ao tempo total o tempo referente às paragens programadas e perdas de disponibilidade.

$$Performance = \frac{\text{Tempo Disponível} - \text{Perdas de Performance}}{\text{Tempo Disponível}} \quad (6)$$

A qualidade faz alusão à produção de produtos dentro dos parâmetros de qualidade impostos. É calculada através da subtração do tempo associado às perdas de qualidade, ao tempo de funcionamento e dividindo o valor resultante pelo tempo de funcionamento. O tempo de funcionamento é obtido após a subtração do tempo associado às perdas de performance, ao tempo disponível.

$$Qualidade = \frac{\text{Tempo de Funcionamento} - \text{Perdas de Qualidade}}{\text{Tempo de Funcionamento}} \quad (7)$$

Na métrica OEE é efetuada uma distinção clara entre o tempo de abertura e o tempo efetivo, como se pode verificar na figura 9. O tempo efetivo é o resultado da subtração dos tempos associados às perdas de qualidade, performance e disponibilidade, ao tempo de abertura.

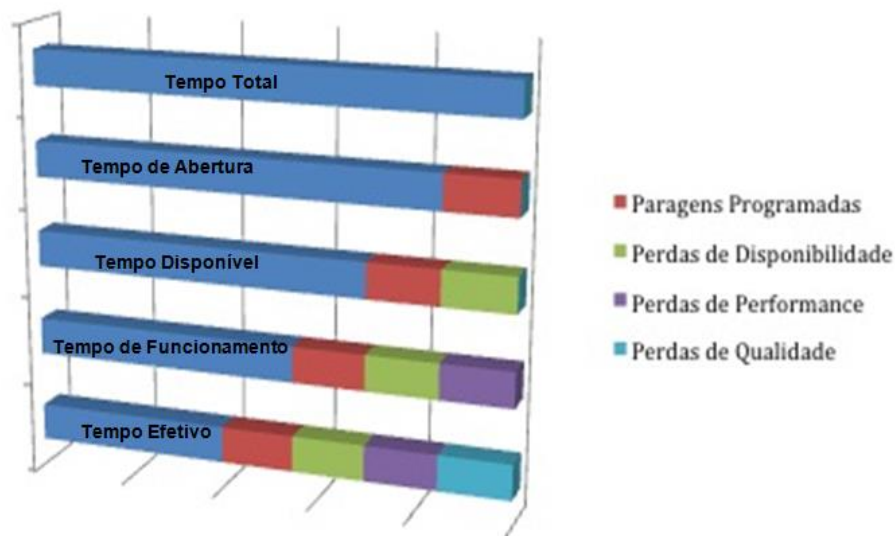


Figura 9 - Tempos usados na métrica OEE.
(Adaptado de documento interno SP.)

As paragens programadas relacionam-se com todas as pausas produtivas definidas. As paragens efectuadas para as refeições, idas à casa de banho ou limpeza dos postos de trabalho são exemplos deste tipo de paragens.

As perdas de disponibilidade dizem respeito às paragens causadas por acontecimentos imprevistos. Alguns eventos comuns associados a este tipo de paragens são a falta de componentes e as avarias dos equipamentos.

As perdas de performance equivalem às diferenças entre a cadência de produção real face à esperada.

No que respeita às perdas de qualidade estas estão relacionadas com o tempo perdido com erros de operadores ou existência de defeitos nas peças produzidas.

2.2 Kaizen

O conceito de *Kaizen* (em português melhoria contínua), é visto como uma das formas mais eficazes de melhorar o desempenho e a qualidade das organizações. A implementação de uma cultura de melhoria contínua caracterizada pela insatisfação e pela incessante busca de melhores resultados assegura uma qualidade superior de produtos e serviços (Pinto,2009).

Uma das grandes dificuldades na implementação desta filosofia é a criação de hábitos de melhoria contínua por parte das pessoas que fazem parte da organização. É necessário que os colaboradores compreendam o porquê da

realização da melhoria contínua e o que devem fazer. É preciso também que tenham um elevado conhecimento do processo em questão, o saber como fazer, mas sobretudo que estejam motivados para agir nesse sentido (querer fazer) pois só desta forma se conseguirá fazer da metodologia *Kaizen* um hábito.

A melhoria contínua assenta em três pilares (Pinto,2009):

- Encorajamento das pessoas a agir e a inovar sem terem medo de errar, para que caso o erro aconteça se compreenda as suas raízes e se evite a sua repetição;
- Incentivo para que as pessoas identifiquem e resolvam os problemas;
- Instigar insatisfação nas pessoas para que estas procurem sempre forma de fazer melhor.

Segundo Imai (1986), sem a standardização dos processos e procedimentos não haveria *Kaizen*. Isto deve-se ao facto de que se o processo não for standardizado não é possível criar uma base de comparação (Liker e Meier, 2006). Liker e Meier (2006) comparam ainda a utilização da melhoria contínua antes da standardização dos processos e procedimentos à construção de uma casa sobre areia movediça, demonstrando a inviabilidade desta situação.

O recurso ao ciclo de Deming consubstanciado na metodologia PDCA apresenta uma sequência simples que funciona como que um guia prático de extraordinário valor para a melhoria contínua.

2.2.1 Ciclo de Deming

O ciclo de Deming ou (PDCA) foi criado por Walter Shewhart nos anos 30. Contudo só se popularizou nos anos 50 pela mão de W.E.Deming (Pinto, 2009).

O ciclo retrata uma sequência muito simples de etapas e serve de guia à melhoria contínua. É constituído pelas quatro etapas representadas na figura 11.



Figura 10 - Ciclo de Deming.

Plan (Planear) – Consiste na definição objetiva do problema em questão, identificação das causas-raíz e determinação do plano de ação que permite atingir o objetivo (Pinto, 2009).

Do (Fazer) – Implementação do plano de ação definido através de um método científico que permita testar as hipóteses em causa.

Check (Verificar) – Verificar se os objetivos foram alcançados e caso contrário perceber de onde advieram os desvios encontrados.

Act (Agir) – Caso as contra medidas encontradas para o problema sejam eficazes procede-se à criação de um padrão de ação que possa ser respeitado. Caso as contra medidas não tenham tido os resultados desejados ou se almeje um estado ideal diferente, deverá ser iniciado um novo ciclo na fase de planeamento.

2.3 Medição do Trabalho

A medição do trabalho é uma forma de estudo do movimento que determina o tempo que deve ser necessário para a execução de um determinado trabalho. Esta medição é imprescindível para que se elabore um correto planeamento da mão-de-obra, previsões do custo de fabrico e definição de orçamentos e sistemas de incentivo, visto que é um indicador do valor de produção esperado (Stevenson, 2002).

O estudo do tempo através do método da cronometragem foi introduzido no final do século XIX por Frederick Taylor. Segundo Stevenson (2002), este é o método de estudo de trabalho mais amplamente usado na atualidade sendo que é especialmente adequado a tarefas pequenas e repetitivas e baseia-se na utilização do cronómetro para que através de várias observações se chegue a um tempo padrão. Segundo Stevenson (2002) este método está dividido em quatro etapas:

1. Definir a tarefa a estudar e informar o trabalhador que vai ser estudado.
2. Determinar o número de observações a realizar.
3. Medir a duração do trabalho e classificar a execução do operador.
4. Calcular o tempo padrão.

O analista que vai estudar o trabalho deve estar familiarizado com o mesmo, visto ser usual a inclusão de movimentos desnecessários por parte dos operadores com o objetivo de conseguir um tempo padrão mais elevado. Na maior parte dos casos o analista opta pela divisão do trabalho em pequenos movimentos elementares o que possibilita uma melhor perspectiva sobre estes (Stevenson, 2002).

O número de observações a serem cronometradas depende de três aspetos: a variabilidade dos tempos observados, a precisão pretendida e o nível de confiança desejado para o tempo estimado de trabalho. O nível de precisão é comumente representado em percentagem da média dos tempos observados. Segundo Stevenson (2002), a dimensão da amostra necessária para atingir um determinado valor de precisão e confiança pode ser determinada através da seguinte fórmula:

$$n = \left(\frac{z \times s}{a \times \bar{x}} \right)^2 \quad (8)$$

Onde :

n= Tamanho requerido da amostra.

Z= Desvio padrão normal para o nível de confiança desejado.

s= Desvio padrão da amostra.

a= Precisão desejada em percentagem.

\bar{x} = Média da amostra.

A tabela 1 apresenta alguns dos valores mais utilizados de desvios padrão (Z) para obter os níveis de confiança pretendidos.

Nível de confiança desejado (%)	Valor dos desvios padrão (Z)
90.0	1.65
95.0	1.96
98.0	2.33
99.0	2.58

Tabela 1 - Nível de confiança correspondente ao valor do desvio padrão.

Por forma a efetuar uma estimativa inicial do tamanho da amostra é comum realizar-se um pequeno número de observações, normalmente entre 10 a 20, e calcular os valores da média e desvio padrão a usar na equação (8) para que seja possível aferir o valor do tamanho da amostra. Caso o número de observações inicialmente realizado seja inferior ao valor obtido após o cálculo, têm de ser realizadas as observações em falta (Stevenson, 2002; Niebel e Freivalds, 2002).

O tempo padrão consiste na quantidade de tempo necessária para um operador executar uma determinada tarefa, a um ritmo de trabalho normal, usando métodos, ferramentas e equipamentos definidos. É imprescindível que se proceda à descrição clara dos parâmetros usados na estimação do tempo padrão de trabalho para que este seja representativo da realidade. Alterações no design do produto ou método de trabalho conduzem a uma alteração significativa dos valores obtidos (Stevenson, 2002). Para obter o tempo padrão (ST – *Standard Time*), relativo a cada tarefa é necessário efetuar o cálculo do tempo observado (OT) e do tempo normal (NT) .

O tempo observado pode ser obtido efetuando o cálculo da média dos tempos registados na amostra (\bar{X}) e é calculado através da seguinte expressão:

$$OT = \frac{\sum x_i}{n} \quad (9)$$

na qual

OT = média dos tempos observados.

$\sum x_i$ = Somatório dos tempos observados.

n = Tamanho da amostra.

O tempo observado ajustado à performance dos trabalhadores é designado de tempo normal. Segundo Niebel e Freivalds (2002), a fórmula usada para a obtenção deste é a que se segue:

$$NT = OT \times PR \quad (10)$$

na qual,

NT = Tempo normal

OT = Tempo observado

PR = Performance dos operadores

Segundo os referidos autores, é favorável que o analista esteja familiarizado com o trabalho em questão visto que é comum os operadores aumentarem o tempo de execução das tarefas através da execução de movimentos desnecessários. Esta situação levaria à obtenção de um tempo padrão mais elevado e por conseguinte a que o trabalho fosse levado a cabo futuramente a um ritmo mais lento. Para conseguir contornar esta questão existe então o parâmetro performance do trabalhador. O valor atribuído pelo observador tem por base a experiência do mesmo em análises anteriores e é baseado no valor que este considera como performance normal para a tarefa em estudo.

O valor padrão tem em atenção as condições de trabalho e pode ser calculado através da seguinte fórmula:

$$ST = NT \times AF \quad (11)$$

sendo que

$$AF = 1 + A \quad (12)$$

nas quais

ST = Tempo padrão

NT = Tempo normal

AF = Fator de compensação

A = Percentagem de compensação

O valor do fator de compensação a utilizar é obtido através da soma dos valores típicos de A para determinadas condições de trabalho, conforme ilustrado na tabela da *International Labour Organization* presente no anexo A1.

3. O Projeto SP 020/10

No decurso deste capítulo focamos todo o trabalho desenvolvido ao longo do período em que decorreu o estágio na Simoldes Plásticos, tendo por base a metodologia *Lean Manufacturing* aplicada à produção de peças plásticas por injeção.

3.1 Caracterização do Projeto

O projeto com a designação de SP 020/10 compreende a produção de quinze peças para o modelo Cayman 2012, representado na figura 12, para o cliente Porsche – VW Osnabruck.



Figura 11 - Porsche Cayman.

(Fonte: www.porsche.com)

A produção das peças que constituem este projeto está dividida por três fábricas do grupo Simoldes, a Simoldes Plásticos, a Plastaze e a Implás. A SP está responsável pela produção de doze das quinze peças e o presente projeto recairá somente sobre nove destas. À exceção do Pilar A que foi desde início excluído do âmbito deste projeto pela empresa, as outras duas peças (*Führungsschiene* e *Ab. Serviceshalle Ausser*), foram excluídas pelo grupo de trabalho por não possuírem montagens associadas e funcionarem como meros componentes das outras peças analisadas.

À exceção do Pilar A, (ver figura 12) todas as outras peças estão situadas na parte traseira do veículo.

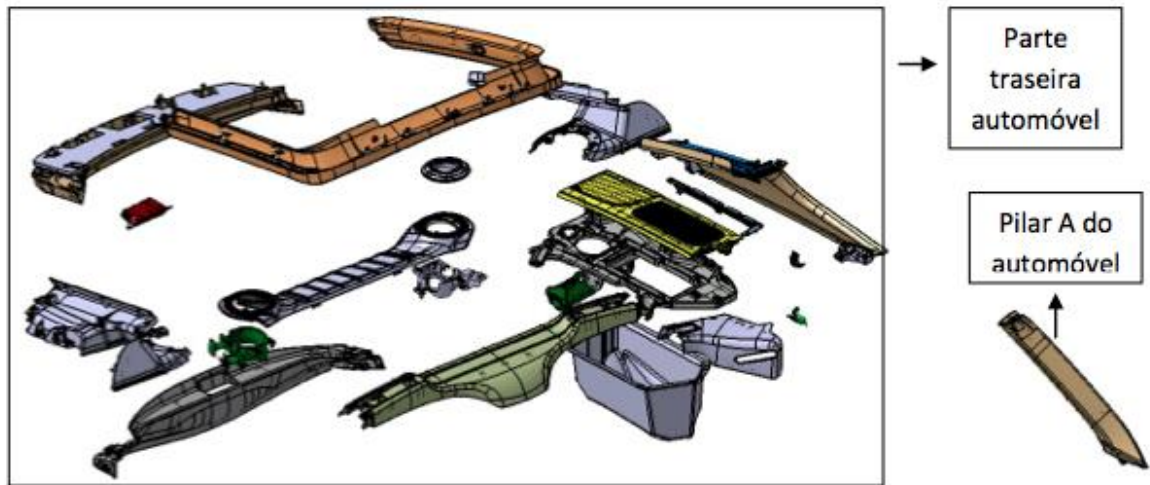


Figura 12 - Conjunto de peças produzidas pelo grupo Simoldes para o projeto.

Fonte: documento interno SP

A matéria prima utilizada neste projeto foi a escolhida pelo cliente Porsche e é o ABS PA. Este material apresenta uma elevada qualidade e é por este motivo amplamente utilizado na indústria automóvel. As peças injetadas podem ser produzidas em até sete cores distintas.

Todas as peças deste projeto, à exceção do Pilar A, recorrem somente a duas tecnologias distintas, a injeção de termoplásticos e a montagem de componentes. Por sua vez o Pilar A necessita de uma tecnologia suplementar que é a colagem de tecido. A tabela presente no anexo A2, apresenta cada uma das peças assim como os componentes que lhes são montados tanto na injeção como na linha de montagem.

O fluxograma apresentado na figura 13 auxilia a compreensão do processo produtivo de peças para o projeto Porsche.

Como podemos observar na figura 13, sempre que o tempo de efetuar todas as montagens associadas a uma peça for inferior ao tempo de ciclo da máquina de injeção, estas deverão ser obrigatoriamente levadas a cabo pelo operador da máquina de injeção.

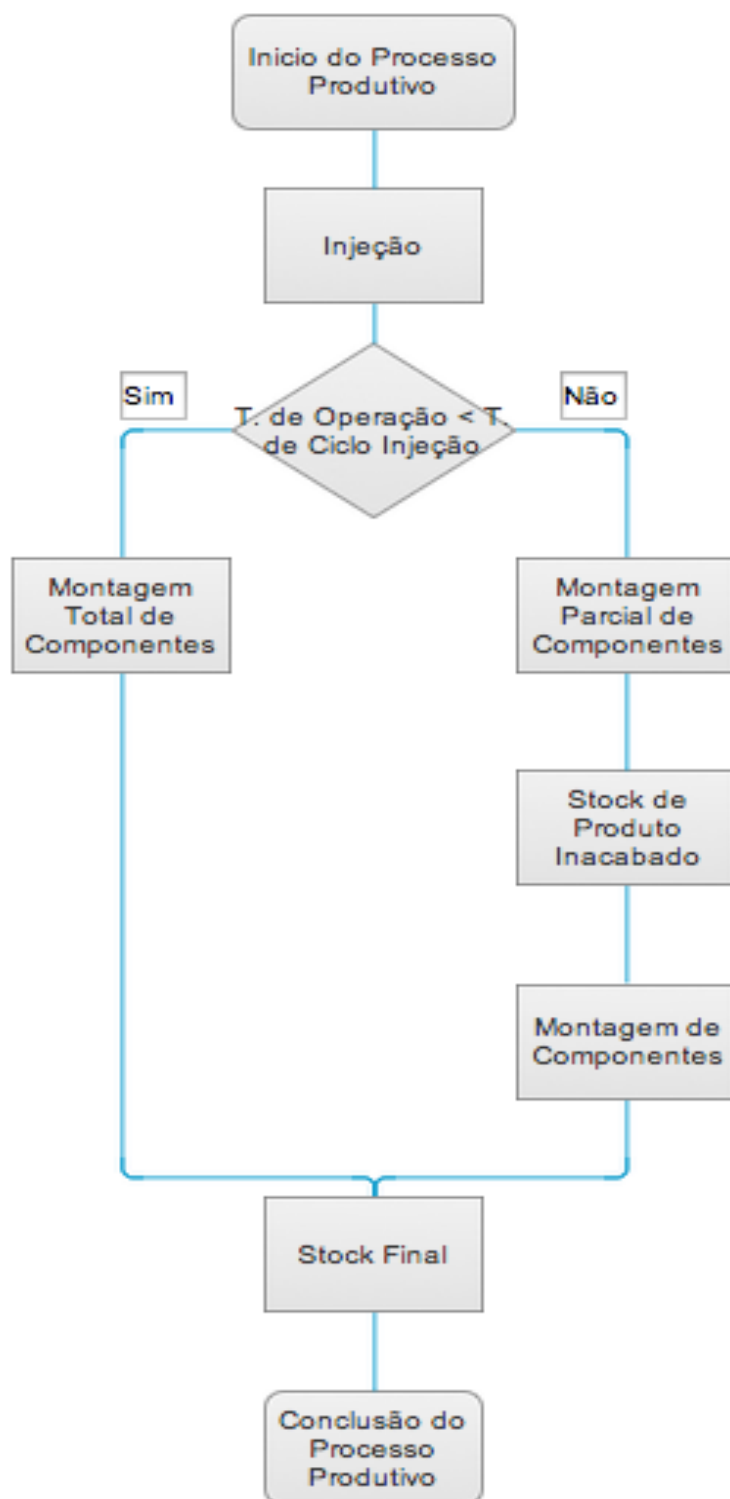


Figura 13 - Fluxograma representativo do processo produtivo.

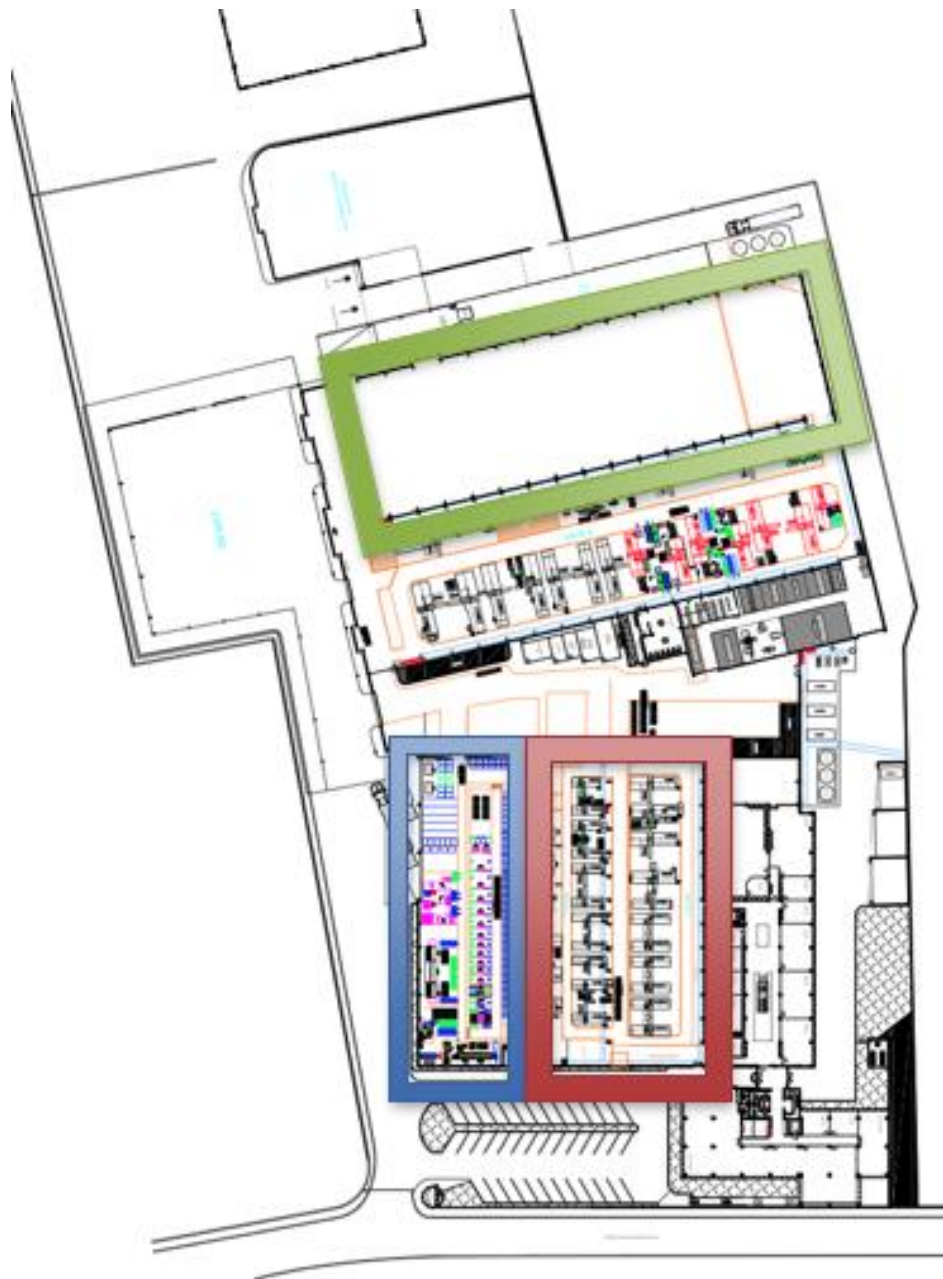


Figura 14 - *Layout* da área produtiva da SP.

Fonte: Documento interno Simoldes Plásticos.

A figura 14 acima apresentada, possui três retângulos de cores distintas. Cada um destes corresponde a zonas distintas da fábrica. A área correspondente ao interior do retângulo a azul diz respeito ao módulo de montagem. Este é o local

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

onde estão situados todos os postos onde são levadas a cabo todas as montagens que não podem ser executadas aquando da injeção. Aqui se encontra também a área onde é feita a colagem do tecido no caso do Pilar A. Esta área trabalha geralmente durante 5 dias por semana e 8 horas por dia. Contudo nem sempre este tempo de abertura é suficiente e quando assim é, abre-se um segundo turno. A figura 15 ilustra este módulo.



Figura 15 - Módulo de montagem.

A área interior ao retângulo vermelho representa o módulo 1 e 2 que é a zona onde se encontram as máquinas de injeção de plástico de pequena/média dimensão, com 150 a 900 toneladas de força. As máquinas de injeção, salvo exceções, trabalham a três turnos de 8 horas diários, de segunda a sexta-feira. A figura 16 ilustra a máquina de injeção 900l, situada no módulo 2.



Figura 16 - Máquina de injeção 900I (módulo 2).

A verde está representada a área referente ao armazém de produto inacabado/produto final.

3.2 Análise do Processo Produtivo das Peças Constituintes do Projeto

O processo produtivo de todas as peças pertencentes ao projeto SP 020/10 foi analisado recorrendo à metodologia de mapeamento da cadeia de valor.

Foram elaboradas equipas de trabalho multidisciplinares constituídas por operadores, chefes de módulo e equipa de projeto para que se procedesse à recolha e análise conjunta dos dados observados. Seguidamente foram mapeados os estados atuais de todas as peças, identificados os pontos críticos, efetuadas as projeções dos estados futuros, definidos os planos de ação para conseguir atingir os mesmos e por fim calculados os ganhos previstos.

Neste capítulo apresenta-se a análise efetuada a todas as peças que constituem o projeto em causa.

Seguidamente será apresentado o processo produtivo acordado entre a equipa de projeto e o cliente para cada uma das peças. Convém ressaltar que aquando do

início deste projeto já tinham sido implementadas variadas melhorias ao processo produtivo, da grande maioria das peças, devido à cultura de melhoria contínua presente na Simoldes Plásticos.

3.2.1 Constituição de Grupos de Trabalho

Foram formados grupos de melhoria contínua e realizaram-se reuniões periódicas com os elementos dos mesmos com o intuito de identificar todos os aspetos relevantes e com potencial de melhoria. A formação de equipas multidisciplinares foi importante para que fosse possível analisar os desperdícios resultantes destes processos produtivos e determinar os pontos críticos.

A percepção dos operadores relativamente às dificuldades, desperdícios e possíveis melhorias é importante para que se consiga tratar aspectos que passam despercebidos aos restantes intervenientes. A participação destes em grupos de melhoria contínua proporciona a oportunidade de serem parte ativa no processo de tomada de decisão, o que vai implicar que não só estejam mais motivados ao desempenhar as suas tarefas como também tenham uma maior abertura para a mudança.

3.2.2 Recolha e tratamento estatístico de tempos padrão das peças

Tal como referido anteriormente, a maioria das peças fabricadas na Simoldes Plásticos passam por dois módulos distintos. As peças que constituem o projeto SP020/10 são injetadas nas máquinas EN700 I, EN900I e EN 150 III no módulo 1 e 2, e os seus componentes são assemblados nos postos de montagem de componentes 2, 7, 9, 10, 11 e 24 no módulo 6.

Por forma a obter os dados respeitantes às atividades realizadas ao longo do processo produtivo e desenhar o estado atual do mesmo, foi analisada a informação relativa à BOP (*bill of process*), à gama de embalagem, às gamas de fabrico e ao processo de montagem. Paralelamente procedeu-se ao estudo da medição do trabalho recorrendo a filmagens e a estudos de tempos.

Neste caso prático, optou-se por realizar uma amostra inicial com 15 observações para cada uma das peças que constituem este projeto com vista à determinação dos valores das médias dos tempos e desvios padrão. Foram

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

escolhidas as percentagens de 95% e 10% como as desejadas respetivamente para o nível de confiança e precisão das medições. Com base nestes valores foi então determinada a dimensão da amostra necessária para cada tarefa. Foi também estabelecido um limite superior de 25 observações para cada uma das tarefas.

Para a realização deste trabalho foram consideradas as seguintes compensações:

Fadiga	4%
Monotonia média	1%
Trabalho realizado em pé	2%

As tabelas 2 e 3 apresentam respetivamente o estudo de tempos realizado para a injeção e montagem da peça *C-Saule Oben*. Os valores relativos aos tempos padrão calculados para as tarefas realizadas por cada operador, tanto nos postos das máquinas de injeção como nos postos do módulo de montagem, para todas as outras peças, encontram-se no anexo A3.

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

Nº	Nº OP	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	VALOR ACRES. ($\sum x = X$)	Nº PEGAS / CRONO	CRONOMETRAGENS																									TEMPO / PEGA (média)	Desv. Padrão	Precisão	Z	Nº de medições teórico	Nº de medições real	Tempo Normal	Tempo Padrão
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25								
1	1	Pega peça e analisa	x	1	5	2	4	2	5	2	5	2	4	4	2	4	4	4	5	4	4	2	2	4	4	4		3,3	0,8	10%	1,96	23,6	24	2,6	2,8		
2	1	Corta gito	x	1	4	5	4	5	6	6	4	6	5	6	6	5	4	4	5	6	5							4,8	1,0	10%	1,96	16,2	17	3,8	4,1		
3	1	Coloca 2 grommets	x	2	9	12	15	12	11	13	12	11	11	9	12	12	12	13	12	12	11	12	10					5,7	1,3	10%	1,96	19,9	10	4,6	4,9		
4	1	Cola etiq. Índice	x	2	9	8	7	6	6	7	7	8	7	9	7	6	6	7	6	8	8	7	7	8	9	7	8	7	8	3,7	1,1	10%	1,96	34,7	25	2,9	3,1
5	1	Ensaca peça	x	1	9	14	8	15	9	11	9	11	7	9	9	11	9	11	11	12								10,3	2,0	10%	1,96	14,8	16	8,3	8,8		
6	1	Emballa peça	x	1	7	5	6	5	6	7	8	7	7	6	6	5	7	6	6									6,2	1,0	10%	1,96	10,8	15	4,9	5,3		
7	1	Coloca separador entre peças	x	4	16	18	14	14	14	15	15	15	14	14	13	14	15	14	15	14	15	16	15	15	16	15		3,7	1,1	10%	1,96	31,3	25	3,0	3,2		
8	1	Fecha contendor cheio, cola etiq e posiciona novo contendor	x	56	150	153	139	141	147	145	140	137	146	159	143	146	150	158	154	151	146	140	155	143	140	147	157	148	153	2,6	6,3	10%	1,96	2207,3	25	2,1	2,3

Tabela 2 - Estudo dos tempos das tarefas levadas a cabo na injeção para a peça *C-Saule Oben*.

Nº	Nº OP	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	VALOR ACRES. (slm × X)	Nº PEÇAS / CRONO	CRONOMETRAGENS																									TEMPO / PEÇA (média)	Desv. Padrão	Precisão	Z	Nº de medições teórico	Nº de medições real	Tempo Normal	Tempo Padrão
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25								
1	1	Pega peça e desensaca		1	5	7	7	6	7	7	7	5	5	5	5	6	7	6	6										5,9	1,0	10%	1,96	11,7	15	4,7	5,1	
2	1	Analisa peça		1	1	1	2	2	1	1	2	1	1	2	1	2	1	2	2	2	1	1	1	2	2	1	2	2	1,6	0,6	10%	1,96	44,6	25	1,3	1,4	
3	1	Coloca peça na mesa	x	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	1	2	2	1	2	2	1,6	0,6	10%	1,96	48,2	25	1,3	1,4	
4	1	Coloca ruber pin	x	1	4	2	4	2	4	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4									3,5	0,6	10%	1,96	12,2	15	2,8	3,0		
5	1	Coloca 2 "stop clamp"	x	1	9	6	6	6	6	7	8	9	8	9	7	6	8	7	9									7,5	1,5	10%	1,96	14,5	15	6,0	6,4		
6	1	Coloca 2 borrachas	x	1	8	9	11	8	7	9	9	7	8	7	8	9	9	7	8									8,4	1,1	10%	1,96	6,6	15	6,7	7,2		
7	1	Coloca 3 molas	x	1	9	9	7	7	9	8	7	7	9	8	8	8	9	8	7									8,2	1,0	10%	1,96	5,6	15	6,5	7,0		
8	1	Coloca 3 anilhas de borracha	x	1	8	6	7	7	6	7	7	7	6	6	6	6	7	7	7									6,6	0,7	10%	1,96	4,6	15	5,3	5,7		
9	1	Coloca 2 esponjas	x	1	23	25	23	20	21	20	21	19	23	21	22	20	23	22	21									21,7	1,7	10%	1,96	2,4	15	17,3	18,5		
10	1	Coloca insono	x	1	7	6	5	5	4	6	6	6	5	5	6	5	6	5	5									5,2	0,9	10%	1,96	10,6	15	4,2	4,5		
11	1	Retira peça do periférico e coloca nova peça	x	1	5	5	5	5	6	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5									4,7	0,4	10%	1,96	3,4	15	3,7	4,0		
12	1	Aciona periférico	x	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1,5	0,5	10%	1,96	47,0	25	1,2	1,3		
13	1	Coloca peça na caixa	x	1	7	7	4	6	6	6	5	4	6	5	5	5	6	6	6									5,5	1,1	10%	1,96	14,3	15	4,4	4,7		
14	1	Retira e cola etiqueta de operador	x	1	4	2	2	2	4	4	4	2	2	4	2	4	4	3										3,0	0,6	10%	1,96	14,9	16	2,4	2,5		
15	1	Cola rótulo e posiciona a caixa seguinte	x	2	28	30	21	20	26	23	22	25	27	26	25	22	23	25	25	2	25	27	26	25	26	30	28	31	29	12,3	5,4	10%	1,96	75,1	15	9,8	10,5

Tabela 3 - Estudo dos tempos das tarefas levadas a cabo na montagem para a peça *C-Saule Oben*.

Para o cálculo do tempo normal, assumiu-se o valor de performance padrão usado pela SP que é de 80%. Convém salientar que algumas peças, como por exemplo o *C-Saule Oben*, apresentam duas cavidades de injeção e por isso o tempo de operação do operador na injeção é multiplicado por dois. Esta informação pode ser consultada na tabela 4 no campo “cavidades”. A indicação “1+1” neste campo representa a injeção de uma cavidade direita e de uma cavidade esquerda da mesma peça. Nos postos de montagem esta situação não se verifica, e por isso o tempo de operação é o efetivamente medido para a soma de todas as tarefas.

Após esta análise foi perceptível que os valores fornecidos pela SP, ou seja valores tidos como teóricos, apresentavam uma elevada discrepância para como os valores efetivamente medidos. Esta situação deve-se a vários fatores tais como: mudança de posição dos operadores na curva de aprendizagem, método de medição e claro, a contemporização das operações por parte dos funcionários de forma a aumentar deliberadamente o tempo de operação e consequentemente o tempo de ciclo.

3.2.3 Caracterização do estado inicial do processo produtivo

No início deste projeto foram fornecidos pelo departamento de engenharia de processo dados relativos aos valores dos tempos de ciclo de injeção e montagem para cada uma das peças que fazem parte deste projeto. Estes valores encontram-se na tabela 4 e serviram de base de comparação de modo a que no final deste trabalho se pudesse compreender qual foi efetivamente a melhoria conseguida. Convém salientar o facto de que os tempos de ciclo considerados para o estado atual, tempos de ciclo teóricos, tanto nos VSM's como na análise financeira efetuada foram por imposição da empresa os fornecidos pelo departamento de engenharia de processo no início deste projeto e não os tempos de operação efetivamente medidos pelo grupo de trabalho.

O tempo de ciclo corresponde intervalo de tempo que decorre desde que uma tarefa é executada até à sua seguinte execução. Enquanto que o tempo de operação diz respeito ao tempo no qual o operador está efetivamente a realizar montagens na peça durante o seu tempo de ciclo. A existência de diferenças tão significativas entre estes dois tempos serve de indicador para a existência de possíveis oportunidades de melhoria.

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos


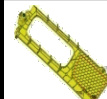


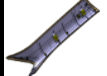

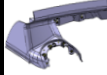



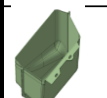
Projeto Porsche SP 20/10				Injeção			Montagem		
	Nome	Molde	Cavidades	Tempo de Ciclo	Tempo de Operação	Nº Operadores	Tempo de Operação peça de A a Z (um operador)	Tempo de Ciclo / peça	Nº Operadores posto
	Verk. Motorraum Seitlich	7370	1+1	58"	18"	1	215"	150"	2
	Heckklappe Unten	7366	1	55"	35"	1	225"	180"	2
	Träger Verkl.	7371	1+1	45"	18"	1	90"	68"	2
	A-Säule Oben	7373	1+1	47"	47"	1	353"	86"	5
	C-Säule Oben	7374	1+1	65"	68"	1	129"	129"	1
	Verk. Kofferraum	7375	1+1	57"	25"	1	135"	75"	2
	Montagerahmen	7381	1+1	50"	10"	1	70"	41"	2
	Schlossverkleidung	7382	1	53"	18"	1	137"	137"	1
	Verkl. Motorraum Hinten	7386	1	68"	54"	1	446"	257"	2
	Z Ablagefach	NA		Copo Galizia			129"	129"	1

Tabela 4 - Estado Inicial do Projeto (teórico).

Fonte: Documento Interno SP

Especificaram-se os dados de entrada relativos ao processo produtivo das peças que constituem este projeto, desde a sua injeção plástica, passando pelo módulo de montagem e terminando no armazém de produto acabado. A figura 17 ilustra o VSM desenhado para o estado atual do processo produtivo da peça *C-Saule Oben*. Todos os outros VSM's representativos do estado atual do projeto estão situados no anexo A4.

O estudo levado a cabo centrou-se essencialmente no processo produtivo, embora os VSM's desenhados permitam identificar outras oportunidades de melhoria, por exemplo ao nível dos fluxos de materiais (*Push*) e ao nível dos stocks.

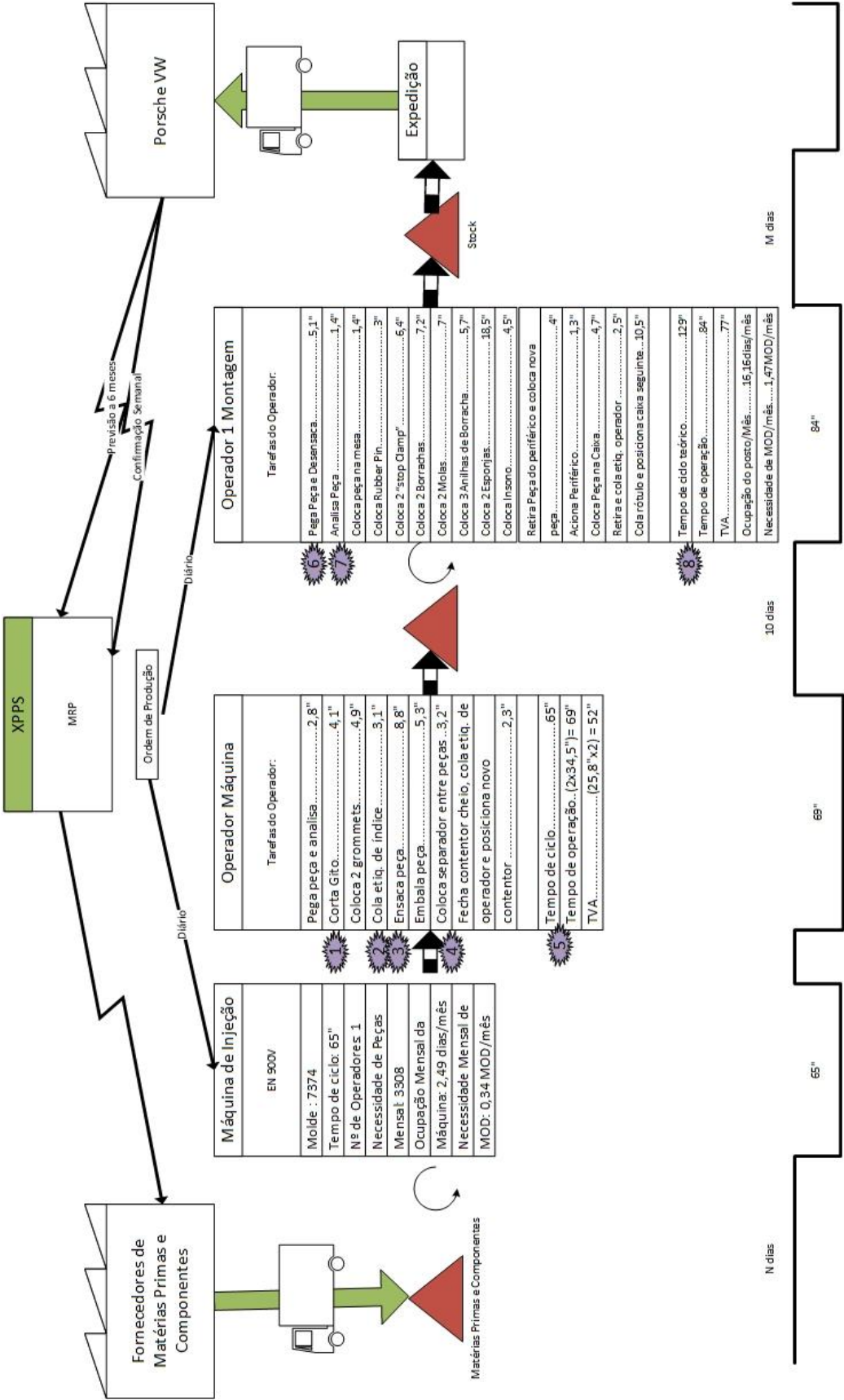


Figura 17 - VSM do estado atual para a peça C-Saule Oben.

Os pontos críticos identificados tanto na figura 17 como nos VSM's colocados no anexo A4, representam os desperdícios que foram identificados ao longo do processo produtivo, aquando do desenho do estado atual, e que necessitam ser alvo de melhorias, para que se consiga atingir os estados futuros propostos.

Em seguida, procede-se à descrição pormenorizada de todos os pontos críticos encontrados ao longo do processo produtivo de todas as peças que foram alvo de estudo.

3.2.3.1 C-Saule Oben

Relativamente ao ponto crítico 1, este está relacionado com a tarefa de corte do gito. Esta tarefa ao ser efetuada manualmente, implica um elevado risco de lesão para o operador, visto que o gito apresenta uma elevada dureza o que acarreta a utilização de bastante força para que seja possível efetuar o seu corte. Para agravar esta situação, o método de corte utilizado implica que a força seja aplicada na direção do tronco do operador o que aumenta a probabilidade de existir uma lesão grave. A figura 18 ilustra o método de corte de gito manual acima descrito.



Figura 18 - Método de corte de gito manual.

O ponto crítico 2, está ligado à tarefa de pegar e colar a etiqueta de índice na peça. Este índice é imposto pelo cliente e serve como indicação do nível em que a peça se encontra.

Os pontos críticos 3 e 6, estão relacionados com a tarefa de ensacamento e desensacamento das peças. Esta tarefa é realizada devido ao tipo de embalagem utilizada. De salientar que esta, só na injeção, ocupa cerca de 26% do tempo de

operação dos trabalhadores, mas como não faz parte dos requisitos impostos pelo cliente não acrescenta valor à peça.

Relativamente ao ponto crítico número 4, este está ligado à necessidade de colocar um separador entre as peças de forma a garantir que estas não sofram deformações durante o processo de arrefecimento.

O ponto crítico número 5, está relacionado com os valores obtidos para o Tempo de Operação e para o Tempo de Ciclo. Como o primeiro, apresenta um valor superior ao segundo, estamos perante uma situação em que o operador não dispõe de capacidade para cumprir todas as tarefas que lhe estão atribuídas no tempo de ciclo estipulado.

O ponto crítico número 7, está relacionado com o procedimento de análise à peça no posto de montagem. Esta tarefa já foi levada a cabo no posto de injeção e por este motivo na ótica do cliente não acrescenta valor à peça.

O ponto crítico número 8, está relacionado com a diferença entre o Tempo de Ciclo e o Tempo de Operação. Como é visível no VSM, o Tempo de Ciclo é muito superior ao Tempo de Operação.

3.2.3.2 *Hecklappe Unten*

O ponto crítico número 9, recai sobre a tarefa de pegar e colar a etiqueta de índice na peça.

Os pontos críticos número 10 e 12, estão relacionados com o processo de ensacar e desensacar a peça. Estas operações não acrescentam valor no ponto de vista do cliente e por isso são consideradas como puro desperdício.

O ponto crítico número 11, está relacionado com a diferença entre o Tempo de Ciclo e o Tempo de Operação.

O ponto crítico número 13, diz respeito à verificação do aspeto da peça no posto de montagem. Esta função não acrescenta valor na ótica do cliente, visto ser uma ação repetida.

A colagem dos 4 feltros representa o ponto crítico número 14. Apesar desta tarefa ser assumida pelo cliente para suprimir barulhos parasitas no seu carro, não deixa de ser um retrabalho, e por isso, pode ser alvo de melhoria.

Os pontos críticos número 15 e 17, relacionam-se com a diferença entre o Tempo de Ciclo e Tempo de Operação medido para cada um dos operadores. Esta discrepância, demonstra a inexistência de balanceamento relativamente à carga de trabalho entre os operadores.

O ponto crítico número 16, diz respeito ao tempo de espera medido relativo à execução da peça por parte do operador 2.

3.2.3.3 Verk. Kofferaum

O ponto crítico número 18, está relacionado com a tarefa de corte manual do gito. As razões pelas quais esta tarefa é considerada de crítica, estão relacionadas com a perigosidade da mesma, como já foi abordado na peça *C-Saule Oben*.

No que toca ao ponto crítico número 19, este está relacionado com a tarefa de pegar e colar a etiqueta de índice.

Os pontos críticos número 20 e 22, dizem respeito às tarefas de ensacar e desensacar as peças. Estas tarefas não apresentam na ótica do cliente qualquer benefício para a peça, sendo consideradas desperdício.

Os pontos críticos número 21, 23 e 26, são referentes à discrepância encontrada entre o tempo de ciclo, o tempo de operação e o tempo de valor acrescentado no processo produtivo desta peça.

A necessidade de colar dois feltros por cima das espumas, leva-nos ao encontro do ponto crítico número 24. Esta tarefa é um retrabalho, visto que sem estes feltros é elevada a probabilidade de ruídos, devido ao contacto entre peças. Esta tarefa é particularmente demorada e difícil porque exige uma elevada precisão.

O tempo de espera da atuação do periférico, representa o ponto crítico número 25. Este tempo, que ocupa 25% do tempo de operação, é um desperdício.

3.2.3.4 *Montagerahmen*

Os pontos críticos número 27 e 29, são relativos à diferença encontrada entre os tempos de ciclo, operação e valor acrescentado. Na injeção, o tempo de operação não chega a ocupar 20% do tempo de ciclo.

O ponto crítico número 28, relaciona-se com tempo de espera por parte do operário, aquando da cravação dos casquilhos no periférico.

3.2.3.5 *Motorraum Seitlich*

O ponto crítico número 30, deve-se à necessidade de executar a tarefa de pegar e colar a etiqueta de índice nas peças.

Foi mais uma vez foi identificada a tarefa de ensacar e desensacar peças e como esta não faz parte dos requisitos impostos pelo cliente, estamos perante os pontos críticos número 31 e 33.

As diferenças encontradas entre os tempos de ciclo, de operação e de valor acrescentado para cada um dos operadores, geraram os pontos críticos número 32, 36 e 37.

A tarefa de aplicar lubrificante é um retrabalho que serve para melhorar a forma como *Abdeckung Rollo* e o *Fuhrungshiene* interagem. O lubrificante garante que o deslizamento do *Rollo* no *Fuhrungshiene*, é feito de forma fácil e silenciosa. Esta tarefa foi identificada como o ponto crítico número 34.

As tarefas de pegar e fixar três adesivos na lateral do *Seitlich*, implicam a criação do ponto crítico número 35. Estas tarefas são um retrabalho não assumido pelo cliente e são levadas a cabo para garantir o perfeito encaixe entre o *Seitlich* e o *C-Saule Oben*, evitando assim, ruídos parasitas.

O ponto crítico número 38, diz respeito ao tempo de espera de atuação do periférico do operador 2. Este tempo representa quase metade do seu tempo de operação o que vai resultar num reduzido tempo de valor acrescentado.

3.2.3.6 *Motorraum Hinten*

As tarefas de pegar e colar a etiqueta de índice foram consideradas como o ponto crítico número 39.

As tarefas de ensacar e desensacar a peça constituem os pontos críticos 40 e 47. Estas tarefas não são exigidas pelo cliente e fazem com que exista um elevado desperdício visto que são tarefas não pagas.

Os pontos críticos número 41 e 42, dizem respeito às tarefas de montar as caixas de cartão e de, no final, colocar uma tampa nas mesmas.

As diferenças entre os tempos de ciclo, de operação e de valor acrescentado dão origem aos pontos críticos 43 e 48. Esta diferença é particularmente significativa no posto de injeção, onde o operador está livre em cerca de 33% do tempo de ciclo.

A tarefa de pegar e analisar as *alluminium huelle's*, foi considerada o ponto crítico número 44. Esta é uma tarefa muito minuciosa, e por isso demorada, que caso não seja eficaz implica que todo o conjunto no final da montagem seja colocado no lixo. Isto deve-se à impossibilidade de desacoplar uma da outra sem que ambas fiquem danificadas.

A tarefa que consiste em pegar e colocar as sete *einleger* manualmente na *alluminium huelle*, representa o ponto crítico número 45. O elevado tempo necessário para a sua execução está relacionado com a dificuldade da mesma.

O ponto crítico número 46, diz respeito à necessidade de usar um ponteiro, para verificar a correta colocação das *einleger*.

A tarefa de pegar no alicate e virar as pontas da chapa, serve para garantir a correta dobragem das patilhas da mesma. Esta tarefa é considerada um retrabalho, visto que não faz parte dos requisitos do cliente. O periférico existente, apresenta falta de afinação e daí advém a necessidade de efetuar esta tarefa manualmente. Este é o nosso ponto crítico número 49.

O tempo que o operador 2 fica parado à espera da execução da peça no periférico de montagem, representa o ponto crítico número 50.

A tarefa de passar batom nas zonas da peça próximas às patilhas que são dobradas, representa o ponto crítico número 51. Esta tarefa tem como objetivo

disfarçar as micro fissuras, que aparecem nesses locais devido ao estalar do anodizado da peça.

3.2.3.7 *Schlossverkleidung*

O ponto crítico número 52, diz respeito à tarefa de corte da rebarba no processo de injeção. Esta situação indica que os parâmetros de injeção não são os ideais.

Uma vez mais, foi detectada a operação de retirar e colar a etiqueta de índice. Esta situação representa o nosso ponto crítico número 53.

As tarefas de ensacar e desensacar esta peça, correspondem aos pontos críticos 54 e 58, respetivamente.

Os pontos críticos 55, 56, 57e 59 dizem respeito às tarefas de colocar separador entre andares, colocar tampa na caixa, fazer caixas e preparar caixa seguinte para retirar peças, respetivamente. Todas estas operações estão relacionadas com o tipo de embalagem utilizada.

O ponto crítico número 60, diz respeito à disparidade de valores encontrados entre os tempos de ciclo, operação e valor acrescentado.

3.2.3.8 *Traeger Verkleidung*

A tarefa de colocar a etiqueta de índice no par de peças, leva-nos ao ponto crítico número 61.

As diferenças encontradas entre os tempos de ciclo, de operação e de valor acrescentado no posto de injeção e de montagem, representam os pontos críticos número 62, 64 e 67.

A operação de retirar a etiqueta de índice nas peças chegadas ao posto de montagem, expõe o ponto crítico 63.

A tarefa de pegar a peça acabada e pousar na bancada ao lado, em vez de colocar diretamente no contentor para expedição, representa o ponto crítico número 65.

O tempo que o operador fica à espera da atuação do periférico, expõe o ponto crítico número 66.

A diferença entre os tempos de operação medidos nos postos de montagem, indicam uma clara falta de balanceamento da carga de trabalho e representam, o ponto crítico número 68.

3.2.3.9 Z. Ablagefach

Como esta peça é uma peça de tecido, a sua análise recai somente sobre o processo de montagem.

Os pontos críticos número 69 e 70, dizem respeito à medição da distância entre as molas.

O ponto crítico número 71, está relacionado com o tempo de espera por parte do operador. Este representa mais de 50% do tempo de operação desta peça.

O último ponto crítico identificado, número 72, provém da diferença verificada entre os tempos de ciclo, de operação e de valor acrescentado para este componente.

3.2.4 Plano de Ação Desenvolvido

Após a análise ao estado inicial e a respetiva definição dos pontos críticos, procedeu-se então, à elaboração do plano de ação. Este tem como objetivo, a eliminação dos desperdícios identificados, e assim, encurtar ou se possível anular a distância entre o estado futuro e o estado ideal.

A tabela 5 contém as ações propostas para eliminar cada um dos pontos críticos encontrados no conjunto de peças em análise.

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

Ação	Ponto Crítico	Ação de Melhoria Proposta	Custo Associado	Implementado
1	Corte manual do gito (1, 18)	Dotar o posto de injeção de uma base capaz de efetuar o corte do gito automaticamente.	Sim	Sim
2	Pegar e colar etiqueta de índice (2, 9, 19, 30, 39, 53, 61)	Usar os “tacos” de cobre presentes no molde para gravar o índice diretamente na peça.	Não	Sim
3	Limitações da embalagem utilizada (3, 4, 6, 10, 12, 20, 22, 31, 33, 40, 41, 42, 54, 55, 56, 57, 58, 59)	Substituir as embalagens internas usadas para colocar as peças após a injeção e até à sua saída dos postos de montagem, pela embalagem do cliente que é usada para expedição. Isto permite deixar de ensacar e desensacar peças, assim como, de colocar separadores e fazer caixas. Permite ainda reduzir os movimentos logísticos.	Não	Parcialmente
4	Tempo de operação > Tempo de ciclo (5)	Proceder a um novo balanceamento do processo produtivo.	Não	Sim
5	Tempo de Ciclo > Tempo de Operação > TVA (8, 11, 15, 17, 21, 23, 26, 27, 29, 32, 36, 37, 43, 48, 60, 62, 64, 67, 68, 72)	Proceder a um novo balanceamento do processo produtivo.	Não	Sim
6	Necessidade de efetuar retrabalhos (14, 35, 52)	Efetuar uma intervenção no molde de forma a fazer com que os retrabalhos associados a pequenas folgas e imperfeições deixem de ser necessários. Corrigir parâmetros de injeção.	Sim	Sim

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

7	Execução de tarefas repetidas/ desnecessárias (7, 13, 65)	Sensibilização dos operadores para a não execução de tarefas desnecessárias e sem valor acrescentado.	Não	Sim
8	Tempo de espera (16, 25, 28, 38, 50, 66)	Novo balanceamento para minimizar, ou idealmente eliminar, todos os tempos de espera por parte dos operadores.	Não	Sim
9	Necessidade de colar feltros por cima das espumas (24)	Contactar o fornecedor para saber se existe a possibilidade de adquirir espumas já com feltros. Esta solução permite reduzir o tempo de operação e fornecer ao cliente uma solução de qualidade superior.	Sim	Sim
10	Aplicação manual de lubrificante e no Führungshiene (34)	Aplicar um dispensador automático que ao pousar a peça dispense a quantidade necessária de lubrificante.	Sim	Não
11	Colocar a tarefa da análise do Huelle no fornecedor (44)	Negociar com o fornecedor que esta análise seja feita pelos seus funcionários de forma a só as peças conformes chegarem à Simoldes Plásticos	Sim	Para Aplicação
12	Dificuldade na fixação das <i>einleger</i> no <i>alluminium huelle</i> (45, 46)	Desenvolver um periférico que realize esta montagem.	Sim	Não
13	Necessidade de fazer a dobragem manual das	Efetuar a afinação do periférico de montagem e reprogramação dos fins de curso dos cilindros.	Não	Sim

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

	patilhas do huelle (49)			
14	Passar batom na peça (51)	Realizar uma pequena intervenção no molde de forma a aumentar a cavidade por onde passam as patilhas do huelle e a aumentar a zona de suporte à dobragem da chapa na zona não visível.	Sim	Sim
15	Retirar etiqueta de índice (63)	A colocação do índice errado na peça implica que este tenha que ser retirado. Correção do índice a colar na injeção.	Não	Sim
16	Medição manual da distância entre molas (69 e 70)	Dotar o posto de trabalho de uma base de apoio à colocação das molas. Esta tem que possuir uma marcação da localização das molas, para que não seja necessária a medição.	Sim	Não
17	Tempo de espera Z. Ablagefach (71)	Neste caso, a aplicação de um novo balanceamento não iria trazer os resultados pretendidos. Assim, a proposta apresentada foi de encontro à aquisição de um novo sonotrodo com uma área duas vezes superior à do atual. Esta medida, vai de encontro à necessidade de realizar metade dos pontos de solda para abranger a mesma área, e assim, reduzir o tempo de operação do periférico. Foi também proposta a divisão da mesa de trabalho em duas, de forma a rentabilizar o tempo de espera do operador e de paragem do robot.	Sim	Parcialmente

Tabela 5 - Ações de melhoria associadas a cada um dos pontos críticos.

Na data de término do projeto nem todas as ações propostas tinham ainda sido implementadas. Este facto, deveu-se a vários fatores, sendo que os mais significativos foram a falta de tempo para colocar as ações em prática; o elevado custo associado à implementação de algumas das soluções encontradas e a impossibilidade de pôr algumas das medidas propostas em execução.

3.2.5 Caracterização do Estado Futuro Proposto

Depois da análise elaborada ao estado inicial do processo produtivo e sucessiva identificação dos pontos críticos, procedeu-se então, à elaboração do estado futuro, no qual foram sempre que possível reduzidos ou eliminados os desperdícios encontrados.

Com base nas necessidades de peças por parte do cliente e no rendimento operacional mínimo admissível na SP, foram calculados os valores do *Takt Time*, Tempo de Ciclo Planeado e de Necessidade Mensal de Mão de Obra Direta (MOD), para cada uma das peças. A tabela 6 apresenta os valores obtidos para a peça *C-Saule Oben*.

<i>Takt Time</i> (s)	Tempo de Ciclo Planeado (s)	Necessidade Mensal de MOD's
$\frac{25200}{144} = 175$	$175 \times 0,9 = 158$	$\frac{60}{158} = 0,38$

Tabela 6 - Valores das métricas *Takt time*, Tempo de ciclo Planeado e Necessidade Mensal de MOD's para a peça *C-Saule Oben*.

Os valores foram calculados no pressuposto de conseguir obter um tempo de operação de 60 segundos para a execução de todas as tarefas relativas ao posto de montagem. As restantes tabelas, com os valores relativos às métricas *Takt Time*, Tempo de Ciclo Planeado e Necessidade Mensal de MOD's, encontram-se no anexo A5.

A figura 19 apresenta o VSM, construído para o estado futuro proposto. Este contempla a eliminação da maioria dos pontos críticos encontrados. Os *value stream mappings* relativos ao estado futuro das outras peças que fazem parte deste projeto, encontram-se no anexo A6.

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

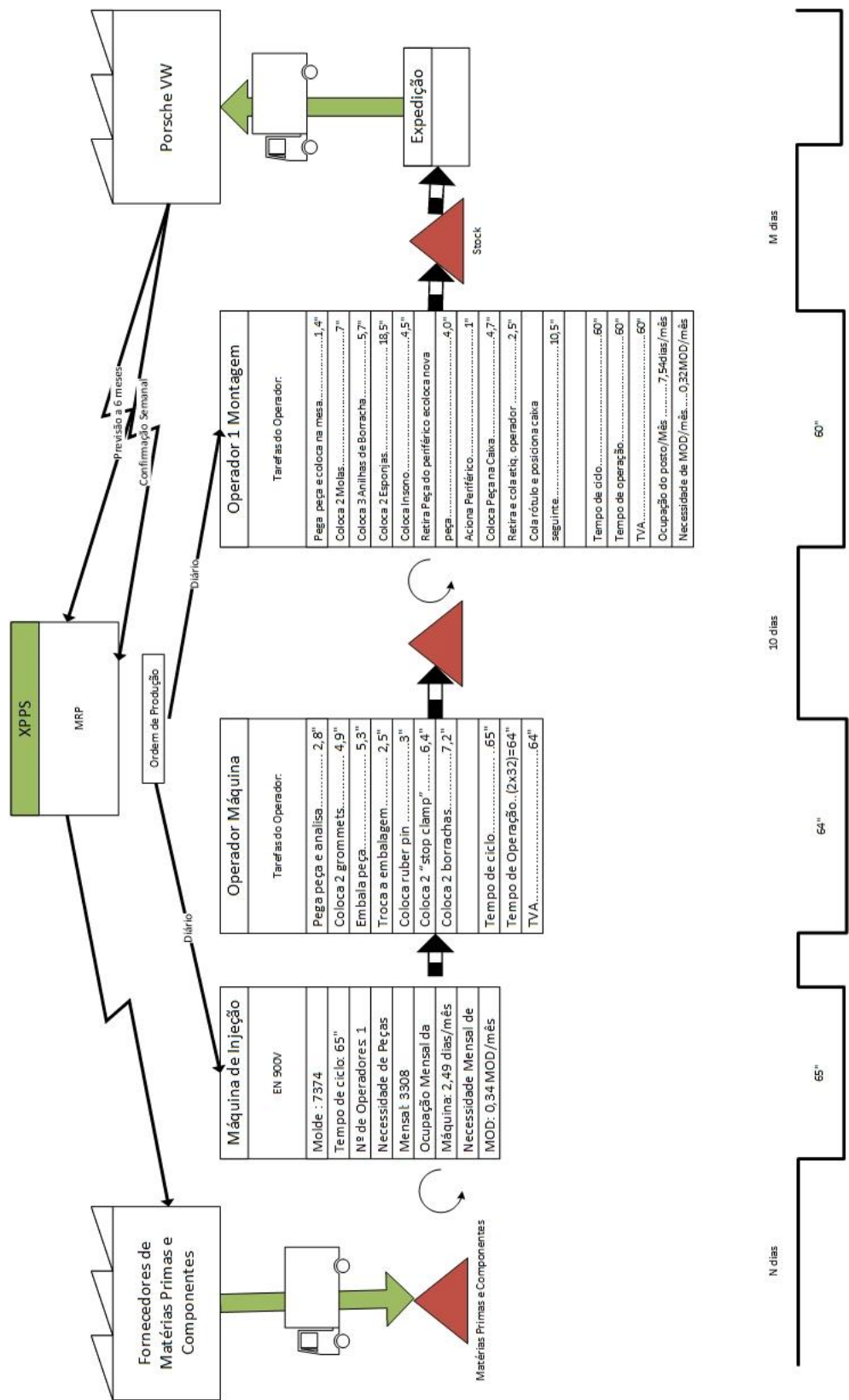


Figura 19 - Estado futuro proposto para a peça C-Saule Oben.

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

Nas tabelas 7 a 15 seguidamente apresentadas, estão patentes os valores obtidos para as métricas *Lean* retirados dos VSM's realizados para o estado futuro proposto.

<i>C-Saule Oben</i>				
Indicadores do Estado Inicial e Futuro Proposto	Posto de injeção		Posto de montagem	
	Inicial	Futuro	Inicial	Futuro
Nº de Operadores	1	1	1	1
Tempo de Ciclo (s)	65 segundos	65 segundos	129 segundos	60 segundos
Tempo de Operação (s)	69 segundos	64 segundos	84 segundos	60 segundos
Tempo de Valor Acrescentado (s)	52 segundos	64 segundos	77 segundos	60 segundos
Ocupação Mensal (dias/mês)	2,49 dias/mês	2,49 dias/mês	16,16 dias/mês	7,54 dias/mês
Necessidade Mensal de MOD (MOD/mês)	0,34 MOD/mês	0,34 MOD/mês	0,74 MOD/mês	0,34 MOD/mês

Tabela 7 - Valores associados às métricas *Lean* relativas ao processo produtivo inicial e futuro proposto para o *C-Saule Oben*.

<i>Hecklappe Unten</i>				
Indicadores do Estado Inicial e Futuro Proposto	Posto de injeção		Posto de montagem	
	Inicial	Futuro	Inicial	Futuro
Nº de Operadores	1	1	2	1
Tempo de Ciclo (s)	55 segundos	55 segundos	180 segundos	126 segundos
Tempo de Operação (s)	26 segundos	52 segundos	218 segundos	126 segundos
Tempo de Valor Acrescentado (s)	21 segundos	52 segundos	201 segundos	126 segundos
Ocupação Mensal (dias/mês)	1,06 dias/mês	1,06 dias/mês	10,81 dias/mês	7,59 dias/mês
Necessidade Mensal de MOD (MOD/mês)	0,14 MOD/mês	0,14 MOD/mês	0,98 MOD/mês	0,35 MOD/mês

Tabela 8 - Valores associados às métricas *Lean* relativas ao processo produtivo inicial e futuro proposto para o *Hecklappe Unten*.

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

<i>Montagerahmen</i>				
Indicadores do Estado Inicial e Futuro Proposto	Posto de injeção		Posto de montagem	
	Inicial	Futuro	Inicial	Futuro
Nº de Operadores	1	1	1	0
Tempo de Ciclo (s)	50 segundos	50 segundos	41 segundos	-
Tempo de Operação (s)	8 segundos	45 segundos	31 segundos	-
Tempo de Valor Acrescentado (s)	8 segundos	45 segundos	21 segundos	-
Ocupação Mensal (dias/mês)	1,85 dias/mês	1,85 dias/mês	5,07 dias/mês	-
Necessidade Mensal de MOD (MOD/mês)	0,25 MOD/mês	0,25 MOD/mês	0,23 MOD/mês	-

Tabela 9 - Valores associados às métricas *Lean* relativas ao processo produtivo inicial e futuro proposto para o *Montagerahmen*.

<i>Motorraum Seitlich</i>				
Indicadores do Estado Inicial e Futuro Proposto	Posto de injeção		Posto de montagem	
	Inicial	Futuro	Inicial	Futuro
Nº de Operadores	1	1	2	1
Tempo de Ciclo (s)	58 segundos	58 segundos	150 segundos	70 segundos
Tempo de Operação (s)	35 segundos	32 segundos	125 segundos	70 segundos
Tempo de Valor Acrescentado (s)	20 segundos	32 segundos	75 segundos	70 segundos
Ocupação Mensal (dias/mês)	2,02 dias/mês	2,02 dias/mês	18 dias/mês	8,37 dias/mês
Necessidade Mensal de MOD (MOD/mês)	0,28 MOD/Mês	0,28 MOD/Mês	1,64 MOD/mês	0,38 MOD/mês

Tabela 10 - Valores associados às métricas *Lean* relativas ao processo produtivo inicial e futuro proposto para o *Motorraum Seitlich*.

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

<i>Schlossverkleidung</i>				
Indicadores do Estado Inicial e Futuro Proposto	Posto de injeção		Posto de montagem	
	Inicial	Futuro	Inicial	Futuro
Nº de Operadores	1	1	1	1
Tempo de Ciclo (s)	53 segundos	53 segundos	137 segundos	60 segundos
Tempo de Operação (s)	47 segundos	53 segundos	102 segundos	60 segundos
Tempo de Valor Acrescentado (s)	24 segundos	53 segundos	92 segundos	60 segundos
Ocupação Mensal (dias/mês)	1,03 dias/mês	1,03 dias/mês	8,3 dias/mês	3,63 dias/mês
Necessidade Mensal de MOD (MOD/mês)	0,14 MOD/Mês	0,14 MOD/Mês	0,38 MOD/mês	0,18 MOD/mês

Tabela 11 - Valores associados às métricas *Lean* relativas ao processo produtivo inicial e futuro proposto para o *Schlossverkleidung*.

<i>Traeger Verkl.</i>				
Indicadores do Estado Inicial e Futuro Proposto	Posto de injeção		Posto de montagem	
	Inicial	Futuro	Inicial	Futuro
Nº de Operadores	1	1	2	1
Tempo de Ciclo (s)	45 segundos	45 segundos	68 segundos	68 segundos
Tempo de Operação (s)	35 segundos	42 segundos	86 segundos	68 segundos
Tempo de Valor Acrescentado (s)	35 segundos	42 segundos	73 segundos	68 segundos
Ocupação Mensal (dias/mês)	1,27 dias/mês	1,27 dias/mês	8,50 dias/mês	8,49 dias/mês
Necessidade Mensal de MOD (MOD/mês)	0,17 MOD/Mês	0,17 MOD/Mês	0,77 MOD/mês	0,39 MOD/mês

Tabela 12 - Valores associados às métricas *Lean* relativas ao processo produtivo inicial e futuro proposto para o *Traeger Verkl.*

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

<i>Verk. Kofferaum</i>				
Indicadores do Estado Inicial e Futuro Proposto	Posto de injeção		Posto de montagem	
	Inicial	Futuro	Inicial	Futuro
Nº de Operadores	1	1	2	1
Tempo de Ciclo (s)	57 segundos	57 segundos	75 segundos	70 segundos
Tempo de Operação (s)	47 segundos	57 segundos	126 segundos	70 segundos
Tempo de Valor Acrescentado (s)	31 segundos	57 segundos	101 segundos	70 segundos
Ocupação Mensal (dias/mês)	2,18 dias/mês	2,18 dias/mês	8,75 dias/mês	8,19 dias/mês
Necessidade Mensal de MOD (MOD/mês)	0,30 MOD/Mês	0,30 MOD/Mês	0,80 MOD/mês	0,37 MOD/mês

Tabela 13 - Valores associados às métricas *Lean* relativas ao processo produtivo inicial e futuro proposto para o *Verk. Kofferaum*.

<i>Verkl. Motorraum Hinten</i>				
Indicadores do Estado Inicial e Futuro Proposto	Posto de injeção		Posto de montagem	
	Inicial	Futuro	Inicial	Futuro
Nº de Operadores	1	1	2	2
Tempo de Ciclo (s)	68 segundos	68 segundos	257 segundos	139 segundos
Tempo de Operação (s)	45 segundos	67 segundos	496 segundos	276 segundos
Tempo de Valor Acrescentado (s)	35 segundos	67 segundos	316 segundos	276 segundos
Ocupação Mensal (dias/mês)	1,32 dias/mês	1,32 dias/mês	15,1 dias/mês	8,25 dias/mês
Necessidade Mensal de MOD (MOD/mês)	0,18 MOD/Mês	0,18 MOD/Mês	1,37 MOD/mês	0,75 MOD/mês

Tabela 14 - Valores associados às métricas *Lean* relativas ao processo produtivo inicial e futuro proposto para o *Motorraum Hinten*.

<i>Z. Ablagefach</i>				
Indicadores do Estado Inicial e Futuro Proposto	Posto de injeção		Posto de montagem	
	Inicial	Futuro	Inicial	Futuro
Nº de Operadores	-	-	1	1
Tempo de Ciclo (s)	-	-	129 segundos	56 segundos
Tempo de Operação (s)	-	-	129 segundos	56 segundos
Tempo de Valor Acrescentado (s)	-	-	60 segundos	56 segundos
Ocupação Mensal (dias/mês)	-	-	15,81 dias/mês	6,90 dias/mês
Necessidade Mensal de MOD (MOD/mês)	-	-	0,72 MOD/mês	0,31 MOD/mês

Tabela 15 - Valores associados às métricas *Lean* relativas ao processo produtivo inicial e futuro proposto para o *Z. Ablagefach*.

Ao analisarmos os dados presentes nas tabelas 7 a 15 apercebemo-nos que os valores das métricas *Lean* para o estado futuro proposto retirados dos VSM's, apresentam uma redução significativa das diferenças medidas entre os valores de tempo de ciclo, operação e valor acrescentado. Revelam também uma relevante redução da ocupação mensal dos postos de trabalho e da necessidade mensal de MOD que lhes está associada.

3.2.6 Caracterização do Estado Futuro Alcançado

Como já foi anteriormente referido, todas as ações propostas e aceites foram concretizadas num regime de melhoria contínua. Por este motivo e para que se consiga perceber o que realmente foi possível atingir no final do projeto, passa-se a apresentar os indicadores efetivamente medidos. Na figura 20 podemos ver o VSM do estado futuro efetivamente alcançado, para a peça *C-Saule Oben*. Os VSM's para o estado futuro efetivamente atingido de todas as outras peças que constituem este projeto, encontram-se no anexo A7. Convém deixar bem vincado que o estado futuro proposto e o estado futuro efetivamente alcançado são distintos. Por este motivo apresentam também VSM's e valores associados às métricas *Lean* bem distintos. As tabelas 16 a 24 contêm os valores das métricas *Lean* retiradas dos VSM's e permitem comparar os valores iniciais com os alcançados no final do projeto.

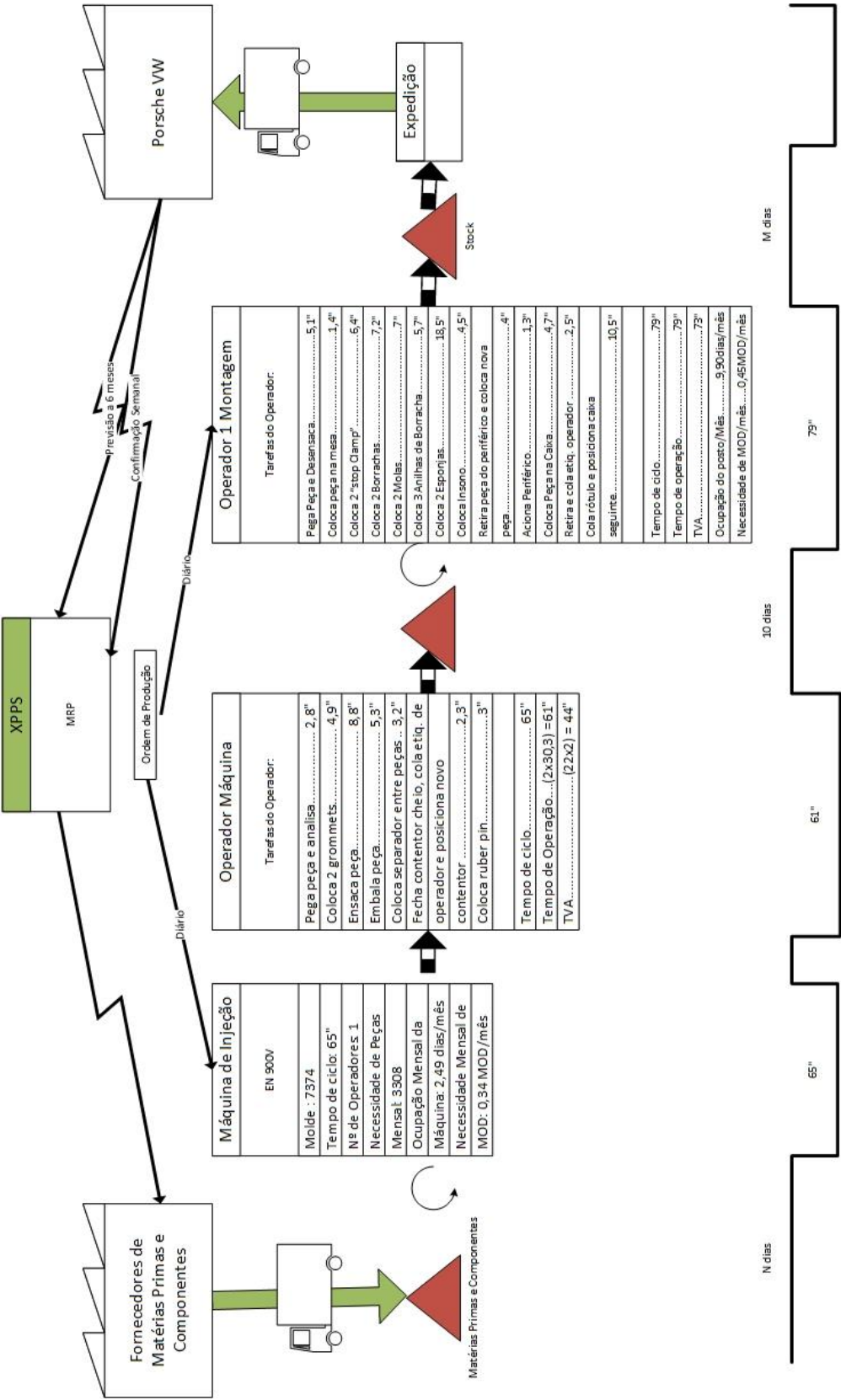


Figura 20 - Estado futuro alcançado para a peça C-Saule Oben.

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

<i>C-Saule Oben</i>				
Indicadores do Estado Inicial e Futuro Obtido	Posto de injeção		Posto de montagem	
	Inicial	Futuro	Inicial	Futuro
Nº de Operadores	1	1	1	1
Tempo de Ciclo (s)	65 segundos	65 segundos	129 segundos	79 segundos
Tempo de Operação (s)	69 segundos	61 segundos	84 segundos	79 segundos
Tempo de Valor Acrescentado (s)	52 segundos	44 segundos	78 segundos	73 segundos
Ocupação Mensal (dias/mês)	2,49 dias/mês	2,49 dias/mês	16,16 dias/mês	9,90 dias/mês
Necessidade Mensal de MOD (MOD/mês)	0,34 MOD/mês	0,34 MOD/mês	0,74 MOD/mês	0,45 MOD/mês

Tabela 16 - Valores associados às métricas *Lean* relativas ao processo produtivo inicial e futuro efetivamente obtido para o *C-Saule Oben*.

<i>Hecklappe Unten</i>				
Indicadores do Estado Inicial e Futuro Obtido	Posto de injeção		Posto de montagem	
	Inicial	Futuro	Inicial	Futuro
Nº de Operadores	1	1	2	1
Tempo de Ciclo (s)	55 segundos	55 segundos	180 segundos	168 segundos
Tempo de Operação (s)	26 segundos	54 segundos	218 segundos	168 segundos
Tempo de Valor Acrescentado (s)	21 segundos	54 segundos	201 segundos	160 segundos
Ocupação Mensal (dias/mês)	1,06 dias/mês	1,06 dias/mês	10,81 dias/mês	10,12 dias/mês
Necessidade Mensal de MOD (MOD/mês)	0,14 MOD/mês	0,14 MOD/mês	0,98 MOD/mês	0,46 MOD/mês

Tabela 17 - Valores associados às métricas *Lean* relativas ao processo produtivo inicial e futuro efetivamente obtido para o *Hecklappe Unten*.

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

<i>Montagerahmen</i>				
Indicadores do Estado Inicial e Futuro Obtido	Posto de injeção		Posto de montagem	
	Inicial	Futuro	Inicial	Futuro
Nº de Operadores	1	1	1	-
Tempo de Ciclo (s)	50 segundos	50 segundos	41 segundos	-
Tempo de Operação (s)	8 segundos	45 segundos	31 segundos	-
Tempo de Valor Acrescentado (s)	8 segundos	45 segundos	21 segundos	-
Ocupação Mensal (dias/mês)	1,85 dias/mês	1,85 dias/mês	5,07 dias/mês	-
Necessidade Mensal de MOD (MOD/mês)	0,25 MOD/mês	0,25 MOD/mês	0,23 MOD/mês	-

Tabela 18 - Valores associados às métricas *Lean* relativas ao processo produtivo inicial e futuro efetivamente obtido para o *Montagerahmen*.

<i>Motorraum Seitlich</i>				
Indicadores do Estado Inicial e Futuro Obtido	Posto de injeção		Posto de montagem	
	Inicial	Futuro	Inicial	Futuro
Nº de Operadores	1	1	2	1
Tempo de Ciclo (s)	58 segundos	58 segundos	150 segundos	75 segundos
Tempo de Operação (s)	34 segundos	43 segundos	125 segundos	75 segundos
Tempo de Valor Acrescentado (s)	20 segundos	32 segundos	75 segundos	70 segundos
Ocupação Mensal (dias/mês)	2,02 dias/mês	2,02 dias/mês	18 dias/mês	9,0 dias/mês
Necessidade Mensal de MOD (MOD/mês)	0,28 MOD/Mês	0,28 MOD/Mês	1,64 MOD/mês	0,41 MOD/mês

Tabela 19 - Valores associados às métricas *Lean* relativas ao processo produtivo inicial e futuro efetivamente obtido para o *Motorraum Seitlich*.

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

<i>Schlossverkleidung</i>				
Indicadores do Estado Inicial e Futuro Obtido	Posto de injeção		Posto de montagem	
	Inicial	Futuro	Inicial	Futuro
Nº de Operadores	1	1	1	1
Tempo de Ciclo (s)	53 segundos	54 segundos	137 segundos	60 segundos
Tempo de Operação (s)	47 segundos	54 segundos	102 segundos	60 segundos
Tempo de Valor Acrescentado (s)	24 segundos	54 segundos	92 segundos	60 segundos
Ocupação Mensal (dias/mês)	1,03 dias/mês	1,05 dias/mês	8,3 dias/mês	3,63 dias/mês
Necessidade Mensal de MOD (MOD/mês)	0,14 MOD/Mês	0,14 MOD/Mês	0,38 MOD/mês	0,17 MOD/mês

Tabela 20 - Valores associados às métricas *Lean* relativas ao processo produtivo inicial e futuro efetivamente obtido para o *Schlossverkleidung*.

<i>Traeger Verkl.</i>				
Indicadores do Estado Inicial e Futuro Obtido	Posto de injeção		Posto de montagem	
	Inicial	Futuro	Inicial	Futuro
Nº de Operadores	1	1	2	1
Tempo de Ciclo (s)	45 segundos	45 segundos	68 segundos	68 segundos
Tempo de Operação (s)	35 segundos	42 segundos	86 segundos	68 segundos
Tempo de Valor Acrescentado (s)	35 segundos	42 segundos	71 segundos	68 segundos
Ocupação Mensal (dias/mês)	1,27 dias/mês	1,27 dias/mês	8,50 dias/mês	8,49 dias/mês
Necessidade Mensal de MOD (MOD/mês)	0,17 MOD/Mês	0,17 MOD/Mês	0,77 MOD/mês	0,39 MOD/mês

Tabela 21 - Valores associados às métricas *Lean* relativas ao processo produtivo inicial e futuro efetivamente obtido para o *Traeger Verkl.*

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

<i>Verk. Kofferaum</i>				
Indicadores do Estado Inicial e Futuro Obtido	Posto de injeção		Posto de montagem	
	Inicial	Futuro	Inicial	Futuro
Nº de Operadores	1	1	2	1
Tempo de Ciclo (s)	57 segundos	57 segundos	75 segundos	86 segundos
Tempo de Operação (s)	47 segundos	51 segundos	126 segundos	86 segundos
Tempo de Valor Acrescentado (s)	31 segundos	51 segundos	101 segundos	78 segundos
Ocupação Mensal (dias/mês)	2,18 dias/mês	2,18 dias/mês	8,75 dias/mês	10,03 dias/mês
Necessidade Mensal de MOD (MOD/mês)	0,30 MOD/Mês	0,30 MOD/Mês	0,80 MOD/mês	0,46 MOD/mês

Tabela 22 - Valores associados às métricas *Lean* relativas ao processo produtivo inicial e futuro efetivamente obtido para o Verk. Kofferaum.

<i>Verkl. Motorraum Hinten</i>				
Indicadores do Estado Inicial e Futuro Obtido	Posto de injeção		Posto de montagem	
	Inicial	Futuro	Inicial	Futuro
Nº de Operadores	1	1	2	2
Tempo de Ciclo (s)	68 segundos	68 segundos	257 segundos	159 segundos
Tempo de Operação (s)	45 segundos	67 segundos	496 segundos	316 segundos
Tempo de Valor Acrescentado (s)	35 segundos	67 segundos	316 segundos	316 segundos
Ocupação Mensal (dias/mês)	1,32 dias/mês	1,32 dias/mês	15,1 dias/mês	9,32 dias/mês
Necessidade Mensal de MOD (MOD/mês)	0,18 MOD/Mês	0,18 MOD/Mês	1,37 MOD/mês	0,85 MOD/mês

Tabela 23 - Valores associados às métricas *Lean* relativas ao processo produtivo inicial e futuro efetivamente obtido para o Motorraum Hinten.

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

<i>Z. Ablagefach</i>				
Indicadores do Estado Inicial e Futuro Obtido	Posto de injeção		Posto de montagem	
	Inicial	Futuro	Inicial	Futuro
Nº de Operadores		-	1	1
Tempo de Ciclo (s)		-	129 segundos	105 segundos
Tempo de Operação (s)		-	129 segundos	105 segundos
Tempo de Valor Acrescentado (s)		-	60 segundos	60 segundos
Ocupação Mensal (dias/mês)		-	15,81 dias/mês	12,87 dias/mês
Necessidade Mensal de MOD (MOD/mês)		-	0,72 MOD/mês	0,59 MOD/mês

Tabela 24 - Valores associados às métricas *Lean* relativas ao processo produtivo inicial e futuro efetivamente obtido para o *Z. Ablagefach*.

Ao compararmos os dados apresentados nas tabelas 16 a 24 referentes ao estado futuro alcançado e os valores fornecidos relativos ao estado inicial teórico, é visível uma clara redução do tempo de ciclo de do número de MOD's associados ao processo. Este facto foi possível através da optimização da distribuição das tarefas entre operadores e da eliminação de vários desperdícios associados ao processo produtivo. Conseguiu-se também aproximar os valores medidos para os tempos de ciclo, operação, valor acrescentado e ainda eliminar a discrepância existente na distribuição da carga de trabalho entre operadores.

4. Apresentação das Melhorias e Ferramentas *Lean* Utilizadas

Neste capítulo procedemos à exposição das melhorias levadas a cabo e das ferramentas *Lean* usadas.

4.1 Implementação das Ações Propostas

Após a realização do estudo da análise financeira, procedeu-se à implementação das ações propostas que foram aceites pela empresa. Esta fase iniciou em Janeiro de 2014 e prolongou-se até ao final do período do projeto.

As figuras que se seguem, apresentam as soluções implementadas com o objetivo de solucionar os pontos críticos anteriormente identificados.

A primeira ação levada a cabo pelo grupo de trabalho, foi reunir com os operadores e explicar-lhes o trabalho que estava a ser desenvolvido e sensibilizá-los para a necessidade do mesmo. Foi também, discutido o inconveniente de efetuar ações repetidas e que não acrescentam valor ao produto.

A solução encontrada para o problema do corte manual do gito (ação 1 do ponto 3.2.4), consistiu na construção de bases com alicates de corte automatizados. Estas permitiram, simultaneamente, baixar o tempo de operação do funcionário ao realizarem o corte rapidamente e sem o seu auxílio; anular o risco de corte que existia ao realizar esta tarefa e garantir um corte sempre de acordo com os padrões estipulados pelo cliente. Foi possível, implementar esta solução no *C-Saule Oben* e no *Kofferaum*. Na figura 21 estão representados ambos os métodos de corte.



Figura 21 - Corte manual vs corte automatizado.

Para eliminar os pontos críticos relacionados com as tarefas de retirar, colar e substituir a etiqueta de índice (no caso do *Traeger*), o grupo de trabalho, propôs a gravação do índice de cada peça diretamente no molde (ação 2 e ação 15). Esta solução, foi aplicada em todos os moldes que fazem parte deste projeto, permitindo assim, eliminar todos os pontos críticos relacionados com esta problemática. Na figura 22 está ilustrada a gravação do índice na peça num dos moldes do projeto Porsche.



Figura 22 - Índice gravado diretamente no molde.

Os moldes relativos às peças *Verk. Kofferaum* e *Motorraum Seitlich*, foram intervencionados de forma a corrigir a zona de encaixe destas duas peças (ação 6). Esta sugestão do grupo de trabalho, permitiu subir o índice das peças e deixar de efetuar os retrabalhos relativos à colagem de feltros em ambas as peças.

Foram também adquiridas as espumas já com os feltros (ação 9). Esta solução representa uma melhoria significativa na peça que se pretende entregar ao cliente, visto que, os feltros colados anteriormente soltavam-se com facilidade e geravam insatisfação por parte do mesmo. A figura 23 apresenta as novas espumas adquiridas já com os feltros.



Figura 23 - Espuma já com feltro.

A proposta relativa à criação de um novo periférico de montagem para o *Montagerahmen*, partiu da consciência de que era possível com o tempo de ciclo da máquina de injeção, efetuar todas as montagens necessárias a esta peça (ação 5 e 8). Todavia, devido ao espaço diminuto junto à máquina de injeção, seria impossível, lá colocar o periférico já existente. Assim, foi projetada uma pequena prensa com o objetivo de efetuar as cravações das anilhas metálicas. Esta solução permitiu a disponibilização da MOD associada ao processo de montagem, para outros processos e também a redução dos movimentos logísticos. A figura 24 ilustra a mini-prensa construída para cravar as anilhas metálicas do *Montagerahmen*.

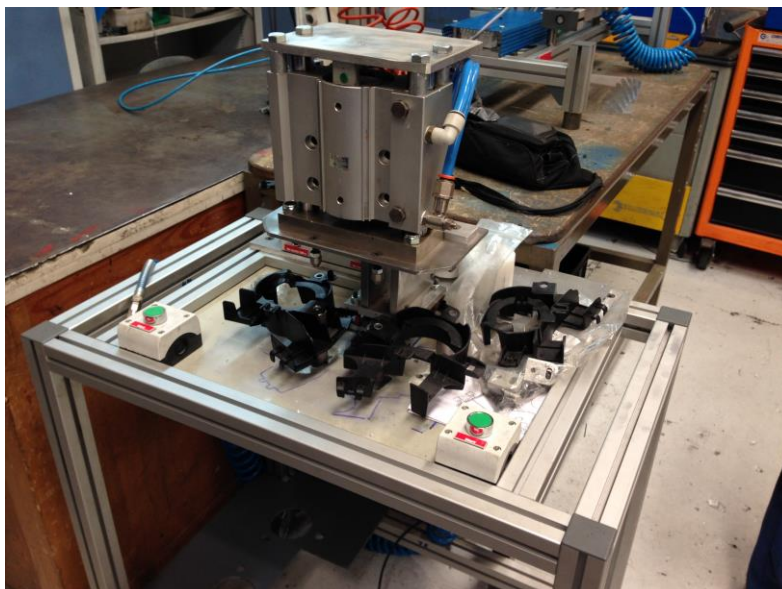


Figura 24 - Periférico para montagem do *Montagerahmen*.

No que diz respeito às operações de ensacar/desensacar as peças; fazer caixas; colocar separadores e respetivas tampas, a solução proposta passou pela troca da embalagem de cartão ou contentores internos, pela embalagem do cliente (ação 3). No final deste projeto, esta solução ainda só tinha sido implementada no *Motorraum Hinten* e no *Schlossverkleidung*. Contudo, em ambas as peças, possibilitou um melhor aproveitamento do tempo disponível, para que fosse possível substituir o tempo passado a executar tarefas sem valor acrescentado por tarefas com valor acrescentado. Permitiu também, uma redução dos movimentos logísticos ao nível do módulo de montagem, visto que deixa de existir a necessidade de duplicar o transporte de caixas. Na figura 25 podemos ver a embalagem intermédia usada (embalagem de cartão), em comparação com a embalagem do cliente (contentor).



Figura 25 - Substituição da embalagem intermédia pela embalagem do cliente.

Foi levada a cabo uma intervenção no periférico de montagem do *Motorraum Hinten* (ação 13). Esta teve como objetivo, regular a velocidade de descida e posição dos cilindros pneumáticos, responsáveis pela dobragem das pontas da chapa. Foi possível, então, eliminar a operação de dobragem manual das pontas da chapa.

De forma a evitar o estalado no anodizado da peça, foi pedido ao fornecedor que enviasse *Huelles* com as pontas não anodizadas. Estas peças foram testadas, contudo, não resolveram o problema. Procedeu-se então, a uma intervenção no molde de forma a aumentar a superfície de apoio à dobragem e alargar os orifícios por onde as patilhas são inseridas (ação 14). Esta solução, permitiu minimizar, e em algumas áreas mesmo eliminar, a superfície estalada visível. Foi

assim possível, na grande maioria das vezes, anular a tarefa de passar batom para disfarçar o estalado nas áreas visíveis, só se realizando apenas quando necessário no muro da qualidade. A figura 26 ilustra a zona de suporte criada de forma a evitar que a zona estalada se situasse na área visível da peça.

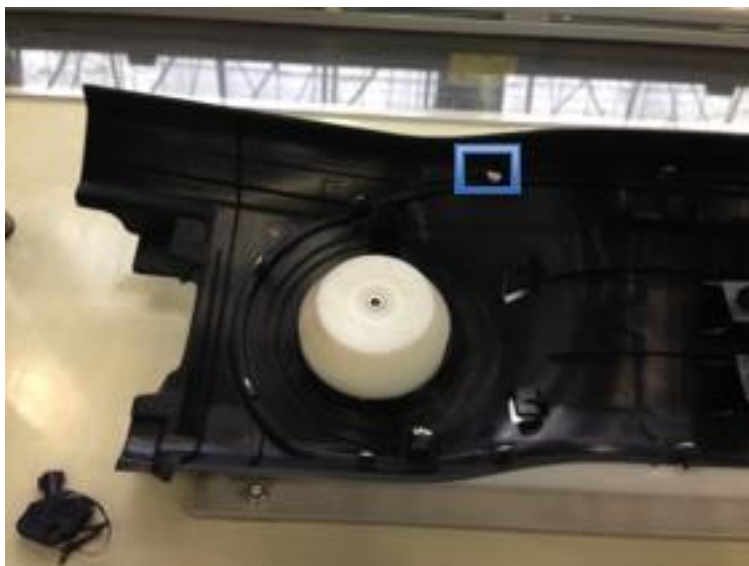


Figura 26 - Encaixe da patilha metálica do *Huelle* no *Motorraum Hinten*.

Devido ao custo elevado da compra de um novo sonotrodo, não foi possível proceder à sua aquisição, tal como proposto (ação 17). Contudo, foi possível sensibilizar as pessoas responsáveis para a necessidade de conseguir acelerar o processo de solda do *Ablagefach*. Foi então proposto e aceite que um sonotrodo anteriormente utilizado em outro processo e que estava avariado, fosse reparado. Este apresentava uma área de solda significativamente superior à do usado, e por isso, permitiu reduzir o tempo de espera do operador e o tempo de ciclo.

Outro problema existente e que ainda não tinha sido abordado, por ser uma questão de qualidade, era a elevada probabilidade de ao efetuar a montagem do *Motorraum Seitlich*, as peças de cores claras ficarem marcadas. Esta situação foi reportada pelo cliente e imediatamente corrigida. A sugestão do grupo de trabalho, consistiu em aplicar uma cobertura nas bases de montagem de forma a eliminar o risco de marcar a peça. A figura 27 ilustra o revestimento aplicado na base de montagem do *Motorraum Seitlich*.

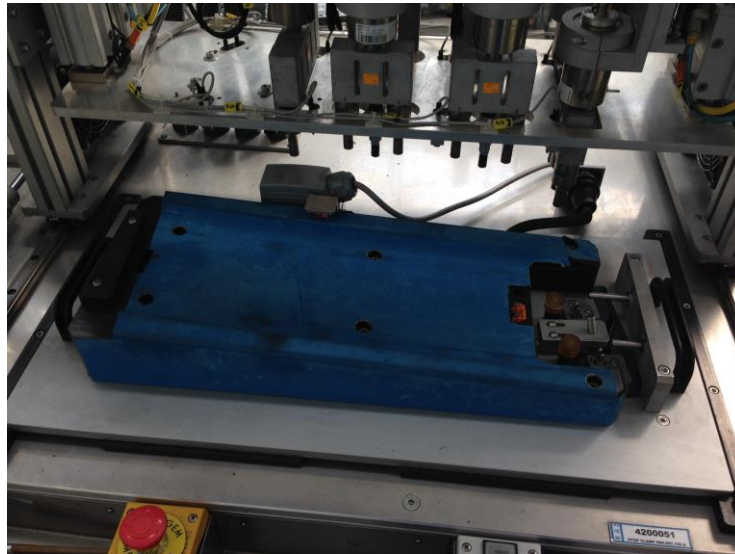


Figura 27 - Base de montagem revestida.

O número de MOD's associados às montagens de todas as peças à exceção do *Motorraum Hinten*, passou a ser de um funcionário. Esta decisão, foi tomada depois de efetuado o cálculo dos *Takt Times* associados a cada uma das peças, pelo facto de este ser muito superior ao tempo de ciclo das mesmas. Assim, foi possível baixar a mão-de-obra associada ao processo produtivo, sem recear entrar em incumprimento com o cliente. O *Motorraum Hinten*, foi a única exceção, porque a tarefa de colocar o *Huelle* com um só operador sem danificar o mesmo, é irrealizável. Com o balanceamento aplicado, tanto na injeção como na montagem (ação 5 e 8), foi possível anular praticamente todos os tempos de espera, à exceção do *Z. Ablagefach*, no qual foi somente possível a sua redução. Com o novo balanceamento, resolveu-se também o problema de acumulação de peças na injeção da peça *C-Saule Oben* (ação 4). Esta acumulação era devida a um tempo de operação superior ao tempo de ciclo imposto pela máquina.

Tal como tinha sido proposto pelo grupo de trabalho, foi efetuada uma retificação dos parâmetros de injeção da peça *Schlossverkleidung* (ação 6). Ao aumentar a força de fecho do molde, foi possível eliminar as rebarbas que existiam na peça e que obrigavam ao retrabalho de as retirar.

Como não foi possível durante o período do projeto eliminar a necessidade de ensacar todas as peças nos postos de montagem, foi implementada uma solução temporária que consistiu na criação de um suporte para os sacos de plástico (ação 3). Esta solução mostrou ser interessante, permitindo que esta tarefa ficasse mais célere e simples. A figura 28 ilustra o suporte criado para os sacos de plástico.



Figura 28 - Suporte para os sacos de plástico.

4.2 Análise Financeira

Para que fosse possível fundamentar os investimentos necessários à implementação do plano de ação, foi levada a cabo uma análise financeira. Esta compreende todos os ganhos e custos associados às propostas feitas para o estado futuro. Os valores usados para as necessidades mensais de MOD, de ocupação da máquina de injeção e de ocupação dos postos de montagem, foram os anteriormente enunciados para o estado inicial, futuro e para os valores obtidos no final do projeto.

Como não se pode divulgar alguns valores relativos a este processo e à Simoldes Plásticos, optou-se por colocar os resultados em função de variáveis, para que estes pudessem ser apresentados neste trabalho. A variável **Y**, representa o custo horário da mão de obra. A variável **Z**, representa o custo de ter 1m² de área coberta ocupada. Por fim, as variáveis **A** e **B**, representam, por sua vez, o valor do investimento necessário para implementar as ações propostas. A tabela 25 apresenta a análise financeira associada às alterações propostas. A tabela 26 contém os valores associados aos investimentos necessários para efetuar as alterações propostas. Como não podemos por motivos de confidencialidade divulgar os valores do investimento realizado, optou-se então pelo cálculo do *payback* do investimento (figura 29).

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

Ganhos			
	Estado Inicial	Estado Futuro Alcançado	Estado Futuro Idealizado
Nec. Mensal de MOD	7,63 MOD's	3,78MOD's	3,07 MOD's
Δ MOD Mensal	-	3,85 MOD's	4,56 MOD's
Ocupação Mensal dos Postos de Montagem	106,5 Turnos	73,4 Turnos	59,0 Turnos
Δ Ocupação Postos de Montagem	-	33,1 Turnos	47,5 Turnos
Ganho em MOD = Δ MOD Mensal x Y x 8 horas x 22 dias/mês x 10 meses	-	6.776 Y €/ano	8.026 Y €/ano
Ganho em área = Σ (Δ Ocupação Postos de Montagem x área do posto x Z x 8 x 10)	-	1.363.298 Z €/ano	1.909.180 Z €/ano

Tabela 25 - Análise dos ganhos associados às alterações propostas e concretizadas.

Custos			
	Estado Inicial	Estado Futuro Alcançado	Estado Futuro Idealizado
Investimento necessário à implementação do plano de ações	-	A €	B €

Tabela 26 - Análise dos custos associados às alterações propostas e concretizadas.

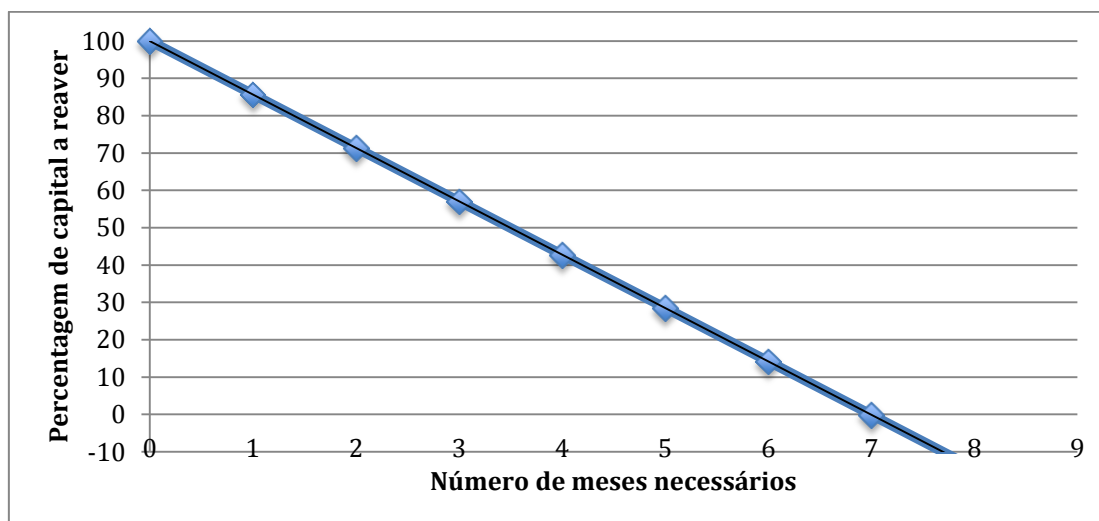


Figura 29 - Payback do investimento realizado.

Como os resultados obtidos demonstram, tanto as alterações efetivamente realizadas como as idealizadas, permitem efetuar uma redução de custos associados ao processo produtivo, muito significativa. Esta deve-se principalmente à redução de MOD's associados ao processo produtivo. Ainda assim, existiu uma elevada contenção no investimento levado a cabo, principalmente devido ao *budget* que ainda existia para implementar melhorias no processo produtivo. Após o cálculo do tempo de *payback* para o investimento realizado, concluiu-se que este se situa em aproximadamente sete meses.

4.3 Aplicação de Práticas 5S's

A aplicação dos 5S's, visa promover a obtenção e manutenção das condições ótimas do local de trabalho, através da redução do desperdício e da melhoria do desempenho das pessoas e processos. As práticas 5S's, constituem a base para a aplicação de outras soluções *Lean*, tais como, o *Total Process Management* (TPM), o 6 Sigma e o VSM.

A figura 30 permite visualizar a quantidade de lixo encontrada dentro de algumas máquinas de injeção. Esta acumulação dá-se quando são efetuadas trocas de molde e de cor a injetar ao limpar os bicos de injeção. A equipa responsável por estas tarefas não tinha o cuidado de após proceder à execução das mesmas, limpar o chão por baixo do molde, acumulando assim, esta zona bastante lixo.

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos



Figura 30 - Lixo acumulado dentro da máquina de injeção.

Foi então proposto e implementado um tabuleiro deslizante, localizado por baixo do molde. Neste fica acumulado todo o lixo proveniente das limpezas dos bicos de injeção e permite uma limpeza muito mais rápida e simples da máquina de injeção. A figura 31 ilustra o tabuleiro criado para facilitar a limpeza.



Figura 31 - Tabuleiro deslizante.

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

Foram identificados alguns postos de trabalho que possuíam um pequeno supermercado em stock no chão. A quantidade de peças armazenada no caso da peça *Motorraum Seitlich*, chegava a ser superior às peças produzidas em dois dias de trabalho. Esta situação, indicia falta de organização, arrumação, normalização e de autodisciplina.

Começou-se então por estudar a quantidade mínima de peças que deveria existir em cada momento, neste posto de trabalho. Em seguida, foram mandadas construir *racks* que tivessem em conta a quantidade de peças e o tipo de embalagem a armazenar. Nas figuras 32 e 33 é perceptível a remodelação levada a cabo neste posto de trabalho.



Figura 32 - Posto de trabalho antes da remodelação.

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos



Figura 33 - Posto de trabalho depois da remodelação.

Alguns componentes não possuíam ainda identificação clara e inequívoca que permitisse perceber onde deviam ser colocados. Foram então desenvolvidas etiquetas que servissem como ajudas visuais claras e promovessem a normalização/arrumação do posto de trabalho. A figura 34 contém dois exemplos de ajudas visuais que permitem uma colocação inequívoca dos componentes.



Figura 34 - Identificação dos locais para colocar os componentes.

A colocação dos sacos do lixo foi também alvo de intervenção. Estes eram fixos com fita adesiva às bancadas de trabalho e posicionados de acordo com o entendimento de cada operador. Esta localização para além de não ser esteticamente apelativa e criar variabilidade, em alguns casos, promovia ainda, choques constantes entre os operadores e os ditos sacos. Procedeu-se então, à alteração das bancadas de trabalho de forma a que os sacos do lixo ficassem posicionados dentro das mesmas. Esta solução, permitiu não só melhorar o aspeto dos postos de trabalho, como também, a sua arrumação e espaço de circulação. A figuras 35 ilustra o posicionamento inicial (a) e final (b) dos sacos plásticos.



(a)



(b)

Figura 35 - Posicionamento dos sacos do lixo.

Procedeu-se também à definição de um novo *layout* para o módulo de montagem. Este novo posicionamento das estruturas e postos de trabalho derivou da incompatibilidade entre o posicionamento atual e a implementação de um comboio logístico. O novo *layout* visa alcançar postos de trabalho mais funcionais, mas também, um melhor fluxo de material no módulo de montagem.

Foram marcadas no chão com diferentes cores todas as áreas referentes ao posicionamento dos periféricos de montagem, zonas de entrada e saída de embalagens, corredores de passagem, entre outras (figura 36).

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos



Figura 36 - Remodelação do módulo de montagem.

O novo *layout* implementado, permite então, que o comboio logístico proceda ao abastecimento dos postos de trabalho pelo lado marcado com a seta a azul e proceda à recolha das embalagens completas pelo lado marcado com a seta a verde (figura 37).

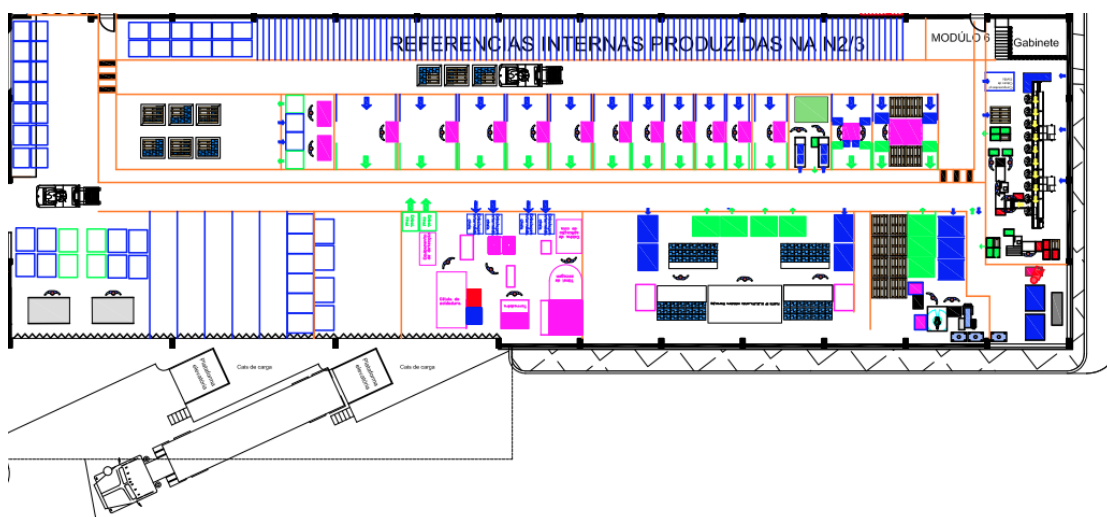


Figura 37 - Novo *layout* implementado.

Foram também implementados sinóticos em algumas máquinas de injeção (sistema *Andon*). O objetivo deste sistema, é permitir à pessoa responsável,

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

verificar à distância, em que estado a máquina de injeção/posto de trabalho se encontra.

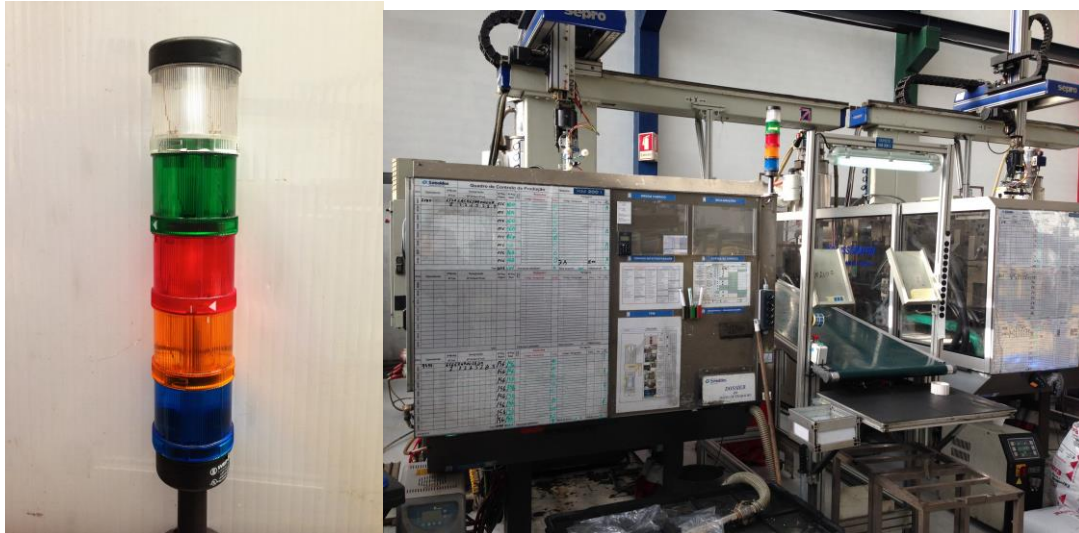


Figura 38 - Sinótico e sua aplicação na máquina de injeção 150 III.

Seguidamente, apresentam-se outros exemplos de aplicações 5S implementadas neste projeto.



Antes



Depois

Figura 39 - Intervenção na bancada para a estipulação do local mais conveniente para colocação do lubrificante.

4.4 Ajustamento do Número de Postos de Montagem

Um dos objetivos deste projeto, consistia no ajustamento da produção da linha de montagem para um só turno. Aquando do início deste projeto, era habitualmente necessário abrir um segundo turno para conseguir fazer face às encomendas do cliente.

Após atingir o estado futuro alcançado, anteriormente apresentado na subsecção 3.2.6, foi possível constatar que mesmo depois de a mão-de-obra associada ao processo ter sido reduzida em cerca de 50%, era exequível fazer face às encomendas recebidas num só turno.

Contudo, a Simoldes pretendia aumentar a área alocada a outros processos e como os postos de montagem referentes à Porsche não tinham a mesma ocupação do início do projeto, foi estudada a hipótese de encerrar um destes. Para este estudo foram medidos os tempos de mudança de base de montagem a colocar nos periféricos e considerados os tempos de ciclo efetivamente obtidos no final do projeto. Considerar os tempos de mudança de base é indispensável para um correto ajustamento do número de postos de trabalho.

Como a peça *Z. Ablagefach* se encontrava num posto que funcionava com três turnos e não estava somente alocado a este projeto, foi excluída desta análise.

Ao analisarmos os valores presentes na tabela 27, podemos concluir que usando os valores relativos ao estado futuro efetivamente obtido, a pretensão de encerrar um dos postos de trabalho não é viável. Esta conclusão pode ser retirada porque atendendo à ocupação dos postos em dias por mês, não é possível efetuar uma divisão das peças pelos postos de trabalho que permita fazer face às necessidades do cliente sem que seja necessário aumentar o número de MOD's associado.

Posto	10	11	12	14
Peças	Motorraum Hinten	Pilar C	Hecklappe Unten	Motorraum Seitlich
		Kofferraum	Schlossverkleidung	Traeger
Ocupação do posto em dias/mês	9,5	19,9	13,6	18,5
Necessidade de MOD/mês	0,86	0,90	0,62	0,84
Nº de MOD's associados à tarefa	2	1	1	1

Tabela 27 - Estudo relativo à possibilidade de encerrar um posto de montagem.

4.5 Diagrama de *Spaghetti*

Para que fosse possível compreender outros ganhos associados às melhorias aplicadas, tanto na substituição da embalagem intermédia pela embalagem final no Motorraum Hinten e Schlossverkleidung, como na passagem de todo o processo de montagem para a injeção do *Montagerahmen*, recorreu-se ao diagrama de *Spaghetti*.

As figuras 40, 41, 42 e 43 representam a planta da fábrica e as setas que lhe estão sobrepostas indicam os vários trajetos a percorrer. As marcações a azul indicam o trajeto efectuado desde o armazém até ao posto de injeção. A vermelho está representado o trajeto de retorno desde a injeção até ao armazém. As marcações referentes ao trajeto das peças desde o armazém até aos respetivos postos de montagem está representada a verde. A amarelo está representado o trajeto descrito pelas embalagens finais, desde o armazém onde se encontram até aos postos de montagem. As setas a laranja indicam o trajeto percorrido pelas embalagens completas até ao armazém de expedição. As marcações a roxo indicam o trajeto percorrido pelas embalagens intermédias usadas desde os postos de montagem até ao armazém.

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

Na figura 40 e na figura 41 estão representados os movimentos logísticos associados à produção da peça *Montagerahmen*. A figura 40 contempla as movimentações logísticas necessárias para a produção desta peça no início do projeto, enquanto que a figura 41 contempla as movimentações necessárias para a mesma produção no final do projeto.



Figura 40 - Movimentações logísticas antes de efetuar todas as montagens no posto de injeção (*Montagerahmen*).

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

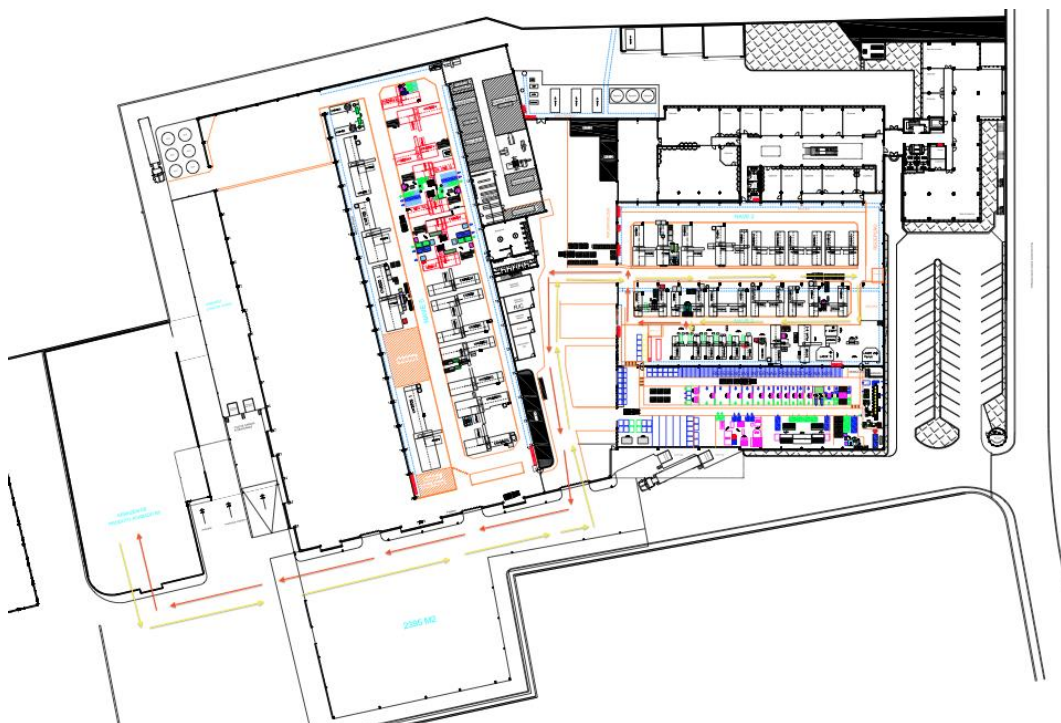


Figura 41 - Movimentações logísticas depois de efetuar todas as montagens no posto de injeção (Montagerahmen).



Figura 42 - Movimentações logísticas antes de efetuar a troca de embalagem nas peças Motorraum Hinten e Schlossverkleidung.



Figura 43 - Movimentações logísticas depois de efetuar a troca de embalagem nas peças Motorraum Hinten e Schlossverkleidung.

As figuras 40 e 41 permitem-nos perceber que existe uma redução clara tanto da distância percorrida como do tempo despendido nas movimentações logísticas relativas à peça *Montagerahmen*. Foi possível diminuir a distância percorrida e o tempo gasto em aproximadamente 60%.

No que diz respeito à troca de embalagem intermédia pela embalagem do cliente, ilustrada nas figuras 42 e 43, verificou-se que a redução do tempo despendido e da distância que lhe está associada, foi de sensivelmente 30% .

Em ambas as situações foi também possível constatar que a não utilização de embalagens intermédias, permite uma redução de ocupação de área coberta de 50%.

Convém explicitar, que o número de peças que a embalagem final comporta é o mesmo da embalagem intermédia. Assim, o número de peças deslocadas em cada movimentação é a mesma.

4.6 OEE - *Overall Equipment Effectiveness*

Durante todo o decurso deste projeto, foi medido diariamente o OEE de todos os postos de montagem que lhe estavam associados. Este indicador foi utilizado com o objetivo de compreender o rendimento global do projeto.

Os operadores ao longo do seu turno efetuavam o registo da informação relativa à produção. Nos quadros constavam, então, os dados relativos ao número de peças objetivo, peças efetivamente produzidas, peças rejeitadas e ainda informação relativa às paragens efetuadas a cada hora de trabalho, entre outros.

Aquando do término do turno era levado a cabo um levantamento dos dados e seguidamente efetuada a análise dos mesmos. Os dados alusivos à eficiência global calculada foram obtidos com base na conjugação de três aspetos, sendo eles, a disponibilidade, a performance e a qualidade. A figura 44 ilustra a folha de cálculo usada para o cálculo do OEE.

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos



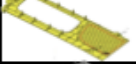







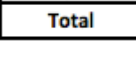
		Análise diária do OEE das Linhas de montagem											16/Abr/2014			
Linha de Montagem	PEÇA	Nº DE TURNOS DE TRABALHO	Tempo de abertura (min)	Paragens Não Programadas (min.)	Nº MOD	T. A a Z	T.ciclo (s)	Σ peças produzidas	Σ peças rejeitadas	Nº de cavidades	Tempo disponível	Tempo produção	Disponibilidade	Performance	Qualidade	OEE
7366		Verk. Heckklappe Unten	1			1	168	168		1	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
7370		Verk. Motorraum Seitlich	1	365	15	1	70	70	290	4	350	338	95,9%	96,7%	98,6%	91,4%
7371		Träger Verkleidung	1	185	5	1	76	76	126	0	180	160	97,3%	88,7%	100,0%	86,3%
7373		A-Säule Oben	1							1	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
7374		C-Säule Oben	1	420	10	1	78	78	300	1	410	390	97,6%	95,1%	99,7%	92,5%
7375		Verkl. Kofferraum	1			1	86	86		1	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
7381		Montagerahmen	1							1	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
7382		Schlossverkleidung	1	310	20	1	58	58	293	2	290	283	93,5%	97,7%	99,3%	90,7%
7386		Verkl. Motorraum Hinten	1	420	25	2	316	159	143	1	395	379	94,0%	95,9%	99,3%	89,6%
-		Z Ablagefach	1			1	105	105		1	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Total				1700	75				1152	8		Média:	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
									PPM's	6944,4						

Figura 44 - Folha de cálculo usada para a obtenção do OEE.

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

No gráfico da figura 45 constam os resultados obtidos para o indicador OEE, referentes aos postos de montagem que fazem parte deste projeto. Para que se consiga perceber a evolução dos valores obtidos, vamos representar a média mensal dos valores da eficiência global e de peças rejeitadas desde Outubro de 2013 até Abril de 2014.

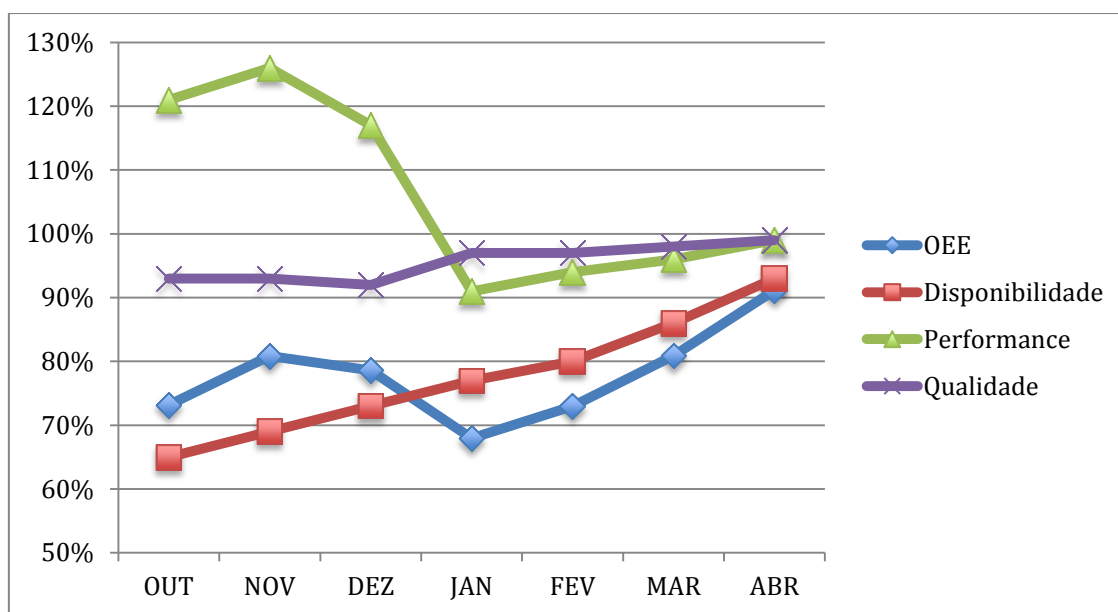


Figura 45 - Ilustração da evolução do OEE e dos seus componentes.

Com o início do cálculo diário do rendimento operacional referente a cada uma das peças, foi possível confirmar que os valores fornecidos pela empresa para os tempos de ciclo teóricos, não correspondiam aos valores reais. Os valores da performance para os meses de Outubro, Novembro e Dezembro mostram que em média os tempos de ciclo teóricos são aproximadamente 20% superiores aos que se verificam na prática. Em Janeiro com a implementação das mudanças propostas nos processos de injeção e de montagem, e com a consequente atualização dos tempos de ciclo, verificou-se a existência de uma quebra bem visível no indicador performance. O novo valor medido, indicou ao grupo de trabalho que os tempos de ciclo implementados eram exequíveis e que possivelmente com a evolução da curva de aprendizagem os valores da performance tenderiam a subir. Verificou-se nos meses posteriores uma tendência ascendente para os valores da performance, tendo sido obtido no mês de Abril um valor de 99%.

Os valores para o indicador disponibilidade eram os que mais prejudicavam o rendimento operacional deste projeto. O grupo de trabalho verificou a existência de alguns problemas que aconteciam sistematicamente, tais como: o arranque

diário nos postos de montagem com 15/20 minutos de atraso e as paragens para mudar as bases de montagem dos periféricos demasiado extensas. No primeiro caso, o problema encontrado devia-se à impressão e distribuição das ordens de fabrico, que só era efetuada depois das 8h da manhã e obrigava por isso os operadores a esperar o tempo necessário a este processo. Para resolver este problema, e como as ordens de fabrico para uma determinada semana eram criadas na semana anterior, aquando da chegada da encomenda por parte do cliente, foi estipulado em Janeiro, que estas seriam distribuídas nos postos de trabalho pelo responsável de módulo do turno anterior. As mudanças de base nos periféricos, representavam a maior parte do tempo perdido em paragens não programadas. Este facto, deve-se à falta de formação dos operadores para efetuarem esta atividade e ao consequente recurso ao responsável pelo dito posto, que nem sempre se encontrava imediatamente disponível, para efetuar esta mudança. O grupo de trabalho sugeriu, que fosse dada formação, pelo responsável dos postos de montagem da Porsche, aos colaboradores, de forma a que estes estivessem aptos a efetuar a troca de base sem recurso a terceiros. Esta solução foi colocada em prática no mês de Fevereiro, e como é possível perceber no gráfico acima representado, permitiu uma evolução francamente positiva dos valores relativos à disponibilidade entre os meses de Fevereiro e Abril. Foi também efetuada uma optimização relativa ao número de mudanças de base a executar semanalmente. Para tal, estabeleceu-se que ao contrario do que acontecia até então, o planeamento passava a agrupar as peças a produzir semanalmente pela base que lhes estava associada. Foi também determinado que a ultima base a produzir numa determinada semana, seria a primeira a produzir na semana seguinte. Esta melhoria permitia que fosse realizada menos uma troca de base.

No que diz respeito à qualidade, verificou-se uma melhoria moderada a partir de Janeiro e até ao final deste projeto, muito embora esta já viesse a aumentar gradualmente desde outubro. Para que esta fosse possível, foram propostas e efetuadas várias alterações:

- O corante usado e colocado numa tremonha separada, foi substituído pelo corado na massa. Esta forma de dar cor às peças promove uma maior uniformização da coloração das mesmas;
- Foi efetuada uma intervenção na textura de alguns moldes, devido ao desgaste que esta apresentava e que era responsável por uma grande parte das rejeições efetuadas nos postos de montagem;
- Com a implementação das bases de corte automático nos postos de injeção, conseguiu-se reduzir a variabilidade da área cortada e por conseguinte as rejeições devidas ao corte excessivo da textura da peça;

- A instalação e afinação de sensores de peças incompletas nas máquinas de injeção, é uma forma de prevenir a existência de peças incompletas a jusante do processo produtivo. Esta medida permite que a própria máquina de injeção rejeite automaticamente as peças não conformes.
- Foi também fundamental, a sensibilização dos operadores responsáveis pela troca do molde, para os defeitos mais comuns nas peças. Estes são os responsáveis pela afinação dos parâmetros de injeção e pela obtenção de peças de boa qualidade. É por isso fundamental que estes estejam alertados para os defeitos mais comuns, de forma a estarem atentos à existência dos mesmos.

No gráfico da figura 45 é possível verificar que o valor do OEE medido para a linha de montagem da Porsche sofreu uma clara evolução. A disponibilidade aumentou em cerca de 28 pontos percentuais, enquanto que a qualidade evoluiu em 6. No que diz respeito à performance, devido ao anteriormente exposto, face aos valores do tempo de ciclo fornecidos pela empresa e efetivamente verificados, considera-se a evolução deste índice somente entre Janeiro e Abril. Neste período de tempo, o valor que lhe estava associado evoluiu em 8 pontos percentuais. Assim, o valor referente ao OEE que no início se situava nos 73%, evoluiu positivamente situando-se no final deste projeto nos 91%, refletindo-se uma evolução de 18%.

No gráfico da figura 46 é perceptível que devido às intervenções realizadas para diminuir o número de rejeições nos postos de montagem, e anteriormente apresentadas, foi alcançada uma redução bastante significativa. Passando-se então de sensivelmente 45.000 peças rejeitadas por cada milhão de peças produzido, para aproximadamente 9.000.

É de salientar que no final deste projeto o rendimento operacional obtido situava-se entre 90% e 100%, valores estes, que a SP tem como desejáveis.

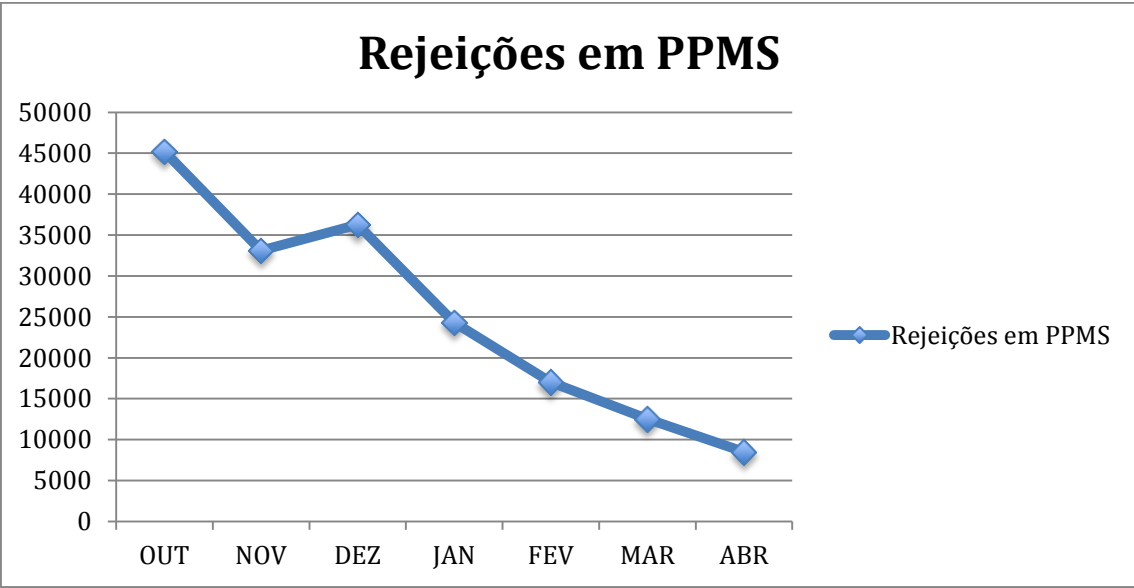


Figura 46 - Número de peças rejeitadas em partes por milhão.

5 Conclusões e Propostas de Trabalho Futuras

Num mundo cada vez mais competitivo e exigente com as empresas que produzem os produtos que utilizamos, é fundamental produzir com o menor custo e com a melhor qualidade possível. Esta competição torna-se ainda maior quando estamos inseridos num sector fortemente afetado pela crise económica que se sente à escala global.

O sector automóvel onde a Simoldes Plásticos se insere, obriga a que as empresas apostem fortemente no aumento da sua produtividade. A procura por uma maior eficiência deve portanto ser tida como uma preocupação diária de todos os colaboradores. A melhoria contínua dos seus processos de trabalho torna-se imprescindível para que se verifique um aumento de produtividade, o que implicará também um aumento da capacidade competitiva da empresa. A utilização da filosofia *Lean*, permite às organizações a eliminação de muitos desperdícios encobertos nas suas atividades e processos.

Neste projeto em particular, a aplicação de metodologias *Lean Manufacturing* num regime de melhoria contínua, provou ser imprescindível para o aumento de produtividade conseguido e para a obtenção de um processo produtivo mais robusto.

A utilização da metodologia de Mapeamento da Cadeia de Valor usada na análise do processo produtivo, foi crucial tanto para a identificação de desperdícios, como para a projeção de um estado futuro objetivo e respetivo plano de ação que permitisse atingir esse mesmo estado. Apesar de só nas peças *Montagerahmen*, *Schlossverkleidung* e *Traeger* ter sido possível atingir o estado futuro idealizado, em todas as outras, foram conseguidos ganhos muito significativos relativos à diminuição dos tempos de ciclo e de MOD que lhes estavam associados. Conseguiu-se então, reduzir as necessidades de MODs associadas aos postos de montagem do projeto Porsche em 50%, passando de uma necessidade de 8 operadores associados aos postos de montagem, para apenas 4. Esta metodologia, permitiu também projetar os ganhos financeiros associados às mudanças propostas, o que constituiu um fator chave nas decisões tomadas.

A aplicação das práticas 5S's, tanto nos postos de injeção como de montagem, possibilitou a obtenção de postos de trabalho mais limpos e arrumados, assim como, uma maior standardização dos processos produtivos e melhoria da gestão visual.

A utilização dos diagramas de *Spaghetti*, permitiu a visualização das rotas associadas às movimentações logísticas das peças *Montagerahmen*, *Motorraum Hinten* e *Schlossverkleidung*, antes e depois das alterações efetuadas ao local de montagem do *Montagerahmen* e às embalagens usadas na injeção. Possibilitou também, o cálculo dos ganhos associados à diminuição da distância percorrida, e consequentemente, o tempo despendido em movimentações logísticas.

No que diz respeito aos valores calculados para o OEE, foi notória uma evolução bastante significativa. Em todas as componentes que fazem parte deste índice, obteve-se uma melhoria notória, tendo esta sido de 6 pontos percentuais face à qualidade, 8 pontos percentuais face à performance e de 28 pontos percentuais face à disponibilidade. O rendimento operacional dos postos associados a este projeto ascendeu aos 91%, o que implicou uma subida de 18% face aos valores iniciais. Constata-se então, que os objetivos delineados aquando do início do projeto, de aumentar o rendimento operacional em 10% e de reduzir as paragens não programadas em 15%, foram não só alcançados, como também superados em 8% e 13%, respetivamente. A monitorização constante do rendimento operacional associada à implementação da filosofia *Lean*, permitiu por um lado, efetuar a ponte entre as melhorias implementadas e o seu impacto na evolução do rendimento operacional do processo produtivo. Por outro lado, permitiu manter o grupo de trabalho motivado na busca de um desempenho superior para o processo produtivo.

A constituição de grupos de trabalho, com elementos pertencentes a áreas distintas e o elevado envolvimento dos operadores, foram fatores chave para o sucesso das ações propostas. Com os conhecimentos advindos de diferentes áreas funcionais, foi possível alargar o espectro de intervenção do grupo de trabalho a áreas em que não eram do conhecimento geral. O envolvimento dos operadores, foi fundamental para o sucesso das soluções implementadas. A participação de quem está no terreno na tomada de decisões, serve não só para motivar estes colaboradores, como também para lhes incutir uma postura proactiva na busca da melhoria contínua dos processos onde estão inseridos.

Em suma, pode-se inferir que através da aplicação de metodologias *Lean Manufacturing* em regime de melhoria contínua, foi possível alcançar e superar todos os objetivos propostos pela empresa no início deste projeto.

Como sugestões de trabalho futuro, reitera-se a importância de implementar todas as ações de melhoria propostas, devido ao elevado impacto que teriam no aumento de produtividade do projeto. Por outro lado, seria deveras interessante, aplicar a ferramenta VSM na íntegra ao projeto Porsche e não só estritamente ao seu processo produtivo.

6 Bibliografia

Brunt. D and Butterworth. C ., 1998. Waste elimination in Lean production – A supply chain perspective, Proc Isata 1998, Dusseldorf.

Freidvals, Andris e Niebel, Benjamin W., 2002. *Methods, Standards and Work Designs*, 11th Edition. McGraw-Hill.

Masaki Imai., 1986. *Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success*, New York: McGraw-Hill/Irwin.

Liker. J and Meier.D., 2006. *The Toyota Way Fieldbook*, McGraw-Hill, USA

Lourenço, A., Sopas, L., 2003. A Internacionalização do Grupo Simoldes: um estudo de caso de um fornecedor de componentes para a indústria automóvel. Faculdade de Economia e Gestão da Universidade Católica Portuguesa.

Pinto, J., 2009. *Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras*. LIDEL Edições Técnicas, Lda.

Rother, M. e Shook, J., 1999. *Learning to See: Value-Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. Lean Enterprise Institute, Inc, MA USA.

Shook, J., Marchwinski, C e Schroeder, A., 2008. *Lean Lexicon A Graphical Glossary for Lean Thinkers*. The Lean Enterprise Institute, USA.

Stevenson, William J., 2002. *Operations Management*, 7th Edition. McGraw-Hill, USA.

Wilson, L., 2010. *How to Implement Lean Manufacturing*. McGraw-Hill, USA.

Womack, J.P. e Jones, D.T., 2003. *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Free Press, New York.

Womack, J.P., Jones, D.T., e Roos D., 1990. *The Machine that Changed the World*. Rawson Associates, New York.

Womack, J.P., Jones, D.T., 2002. *Seeing the Whole. Mapping the Extended Value Stream*, 1st Edition. Lean Enterprise Institute, Inc, MA USA.

7 Anexos

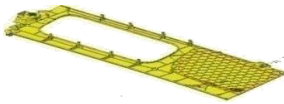
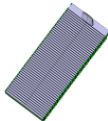
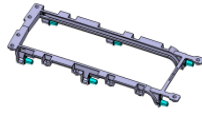



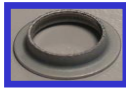
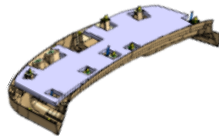










Anexo A1

Table: ILO Recommended Allowances		
A. Constant allowances:		
1 Personal allowance		5
2 Basic fatigue allowance		4
B. Variable allowances:		
1 Standing allowance		2
2 Abnormal position allowance:		
a. Slightly awkward		0
b. Awkward (bending)		2
c. Very awkward (lying, stretching)		7
3 Use of force, or muscular energy (lifting, pulling, or pushing):		
Weight lifted, pounds:		
	5	0
	10	1
	15	2
	20	3
	25	4
	30	5
	35	7
	40	9
	45	11
	50	13
	60	17
	70	22
4 Bad light:		
a. Slightly below recommended		0
b. Well below		2
c. Quite inadequate		5
5 Atmospheric conditions (heat and humidity)- variable		0-100
6 Close attention:		
a. Fairly fine work		0
b. Fine or exacting		2
c. Very fine or very exacting		5
7 Noise level:		
a. Continuous		0
b. Intermittent - loud		2
c. Intermittent - very loud		5
d. High-pitched - loud		5
8 Mental strain:		
a. Fairly complex process		1
b. Complex or wide span of attention		4
c. Very complex		8
9 Monotony:		
a. Low		0
b. Medium		1
c. High		4
10 Tediousness:		
a. Rather tedious		0
b. Tedious		2
c. Very tedious		5

Tabela 28 - Valores de compensação recomendados pela ILO

Fonte: http://nptel.ac.in/courses/Webcourse-contents/IIT-ROORKEE/INDUSTRIALENGINERRING/part1/table9_1.htm

Anexo A2

Peça	Componentes a montar							
 <i>Motorraum Seitlich</i>	 <i>Rollo</i>	 <i>Führungsschiene</i>	 <i>Grommet</i>	 <i>Feltro</i>	 <i>Mola</i>	 <i>Anilha Metálica</i>		
 <i>Hecklappe Unten</i>	 <i>Feltro</i>	 <i>Grommet</i>	 <i>Mola</i>	 <i>Insono</i>	 <i>Anilha de borracha</i>	 <i>Borracha</i>	 <i>Anilha metálica</i>	
 <i>Träger Verkleidung</i>	 <i>Grommet</i>	 <i>Anilha metálica</i>						

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

 <i>C-Saule Oben</i>	 <i>Grommet</i>	 <i>Rubber Pin</i>	 <i>Mola</i>	 <i>Anilha de borracha</i>	 <i>Mola</i>	 <i>Borracha</i>	 <i>Insono</i>	 <i>Espuma</i>
 <i>Verk Kofferaum</i>	 <i>Feltro</i>	 <i>Mola</i>	 <i>Anilha de borracha</i>	 <i>Grommet</i>	 <i>Mola</i>	 <i>Espuma</i>		
 <i>Montagerahmen</i>	 <i>Anilha metálica</i>							

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

 <i>Schlossverkleidung</i>	 Mola	 Anilha de borracha	 Grommet	 Grommet	 Borracha	 Mola	 Rubber Pin	
 <i>Motorraum Hinten</i>	 Mola em U	 Anilha de borracha	 Mola	 Borracha	 Huelle	 EPDM	 Fitas bi-adesivas	 Insono
 <i>Z. Ablagefach</i>								

Tabela 29 – Peças constituintes do projeto e respetivos acessórios.

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

[illegible]

Tabela 31 - Estudo dos tempos das tarefas levadas a cabo na montagem para a peça *Hecklappe Unten*.

					CRONOMETRAGENS																																
Nº	Nº OP	DESCRIÇÃO DA ACTIVIDADE	VALOR ACRES. (sim = X)	Nº PEÇAS / CRONO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	TEMPO / PEÇA (média)	Desv. Padrão	Precisão	Z	Nº de medições teórico	Nº de medições real	Tempo Normal	Tempo Padrão
1	1	Pega peça	x	2	4	5	5	2	5	4	5	4	4	5	4	5	5	4	5	5	4	5	4	4	4	3	4	5	4	2,0	0,7	10%	1,96	43,9	25	1,6	1,7
2	1	Corta Gito	x	2	7	9	9	12	8	11	7	9	8	9	11	9	9	8	8	9	8	8	10	9	11	8	9	8	10	4,5	1,2	10%	1,96	26,1	25	3,6	3,9
3	1	Cola etiqueta de índice	x	2	7	7	7	6	9	5	6	7	6	7	7	8	8	6	7	7	6	7	7	6	7	8	6	7	7	3,4	1,0	10%	1,96	31,2	25	2,7	2,9
4	1	Pega peça e ensaca		1	11	9	8	8	11	7	8	7	8	11	13	9	9	11	8											9,2	1,6	10%	1,96	11,4	15	7,4	7,9
5	1	Emballa Peça	x	1	3	4	5	5	5	5	4	4	4	5	4	7	5	5	6	5	4	5	4							4,4	1,0	10%	1,96	18,3	19	3,5	3,8
6	1	Prepara caixas para irem para armazém	x	240	105	112	107	104	109	99	104	110	106	105	109	102	100	104	106	100	110	111	109	111	107	103	105	109	110	0,4	3,6	10%	1,96	25484,9	25	0,4	0,4
7	1	Abastece Máquina	x	36	86	82	79	77	93	95	84	91	81	82	85	82	83	92	93	86	83	78	81	83	82	84	81	79	80	2,3	5,1	10%	1,96	1815,9	25	1,9	2,0
8	1	Coloca etiqueta de operador no rótulo da embalagem	x	15	2	4	4	4	2	4	2	4	4	5	2	2	4	4	4	2	4	5	2	4	3	4	2	2	4	0,2	0,8	10%	1,96	5288,8	25	0,2	0,2
9	1	Cola Rótulo	x	15	12	9	11	12	13	9	12	13	12	9	11	12	12	9	11	13	13	12	9	8	11	13	11	9	9	0,7	1,5	10%	1,96	1547,2	25	0,6	0,6

Tabela 32 - Estudo dos tempos das tarefas levadas a cabo na injeção para a peça *Verk. Kofferaum*.

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

Nº	Nº OP	DESCRIÇÃO DA ACTIVIDADE	VALOR ACRESC. (s/m × X)	Nº PEÇAS / CRONO	CRONOMETRAGENS																									TEMPO / PEÇA (média)	Desv. Padrão	Precisão	Z	Nº de medições teórico	Nº de medições real	Tempo Normal	Tempo Padrão			
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25											
1	1	Pega peça e desensaca		1	9	11	9	12	9	8	8	13	9	12	8	9	11	11	12													10,0	1,5	10%	1,96	8,0	15	8,0	8,6	
2	1	Coloca 2 borrachas	x	1	9	11	7	11	12	9	11	12	12	9	9	11	11	9	11													10,1	1,2	10%	1,96	5,6	25	8,1	8,7	
3	1	Cola 2 feltros	x	1	9	12	9	11	8	8	12	9	11	9	9	9	11	9	11													9,8	1,1	10%	1,96	4,5	25	7,9	8,4	
4	1	Coloca 3 molas	x	1	11	12	12	13	13	9	13	12	13	11	12	13	13	11	11													11,7	1,2	10%	1,96	3,8	15	9,3	10,0	
5	1	Coloca 4 grommets	x	1	6	7	7	7	7	7	9	8	6	7	8	8	7	6	7													7,2	1,0	10%	1,96	7,1	15	5,7	6,1	
6	1	Aperta 4 grommets	x	1	7	6	6	5	7	7	7	7	7	7	6	7	7	7	6													6,5	0,7	10%	1,96	4,9	15	5,2	5,6	
7	1	Coloca 2 espumas	x	1	11	12	12	11	12	12	11	12	12	11	12	11	11	12	12														11,3	0,6	10%	1,96	1,0	15	9,0	9,7
8	1	Pousa a peça		1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2													2,2	0,4	10%	1,96	13,7	15	1,7	1,9	
9	2	Pega peça e coloca no periférico	x	1	5	6	5	4	5	5	6	4	4	4	5	4	6	5	4	5												4,5	0,9	10%	1,96	15,0	15	3,6	3,8	
10	2	Coloca 3 anilhas de borracha	x	1	11	11	11	9	11	12	9	12	11	12	11	12	11	11	9													10,6	0,8	10%	1,96	2,3	15	8,5	9,1	
11	2	Cola 2 feltros nas espumas	x	1	15	18	16	15	19	16	16	18	18	19	16	18	18	16	16													16,9	1,1	10%	1,96	1,5	15	13,5	14,5	
12	2	Retira e cola etiqueta de operador	x	1	5	6	4	5	5	4	4	5	4	5	5	5	4	5	5													4,4	0,7	10%	1,96	9,7	15	3,5	3,7	
13	2	Acciona periférico	x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1													1,2	0,0	10%	1,96	-	15	0,9	1,0	
14	2	Espera actuação do periférico		1	16	18	18	16	18	16	16	16	16	16	18	16	16	16	18														16,7	0,6	10%	1,96	0,4	15	13,4	14,3
15	2	Retira a peça e coloca na caixa	x	1	5	6	7	6	6	6	6	5	7	6	6	7	6	6	5													5,8	0,8	10%	1,96	6,6	15	4,7	5,0	
16	2	Posiciona caixa seguinte	x	2	6	6	6	5	7	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	6	7	7	6									3,2	0,7	10%	1,96	18,4	19	2,6	2,7	
17	2	Coloca 2 molas no periférico	x	1	8	7	7	6	6	7	7	6	6	6	6	7	6	7	7													6,5	0,7	10%	1,96	4,9	15	5,2	5,6	
18	2	Cola rótulo	x	2	15	16	16	15	16	16	15	14	16	15	15	16	14	16	16													7,8	0,9	10%	1,96	4,6	15	6,3	6,7	

Tabela 33 - Estudo dos tempos das tarefas levadas a cabo na montagem para a peça *Verk. Kofferaum*.

Nº	Nº OP	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	VALOR ACRES. ($\text{slm} = X$)	Nº PEÇAS / CRONO	CRONOMETRAGENS																									TEMPO / PEÇA (média)	Desv. Padrão	Precisão	Z	Nº de medições teórico	Nº de medições real	Tempo Normal	Tempo Padrão
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25								
1	1	Pega par de peças e coloca na caixa	x	2	7	9	7	9	8	9	9	8	7	8	7	9	8	8	8	7	8	8	9							4,1	0,9	10%	1,96	18,0	19	3,3	3,5
2	1	Cola rótulo na caixa	x	26	12	14	13	12	14	13	11	12	14	13	12	12	14	13	14	9	8	8	10	9	11	8	9	8	10	0,4	2,1	10%	1,96	9515,9	25	0,3	0,4

Tabela 34 - Estudo dos tempos das tarefas levadas a cabo na injeção para a peça *Montagerahmen*.

					CRONOMETRAGENS																																
Nº	Nº OP	DESCRIÇÃO DA ACTIVIDADE	VALOR ACRES. (sin + X)	Nº PEÇAS / CRONO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	TEMPO / PEÇA (média)	Desv. Padrão	Precisão	Z	Nº de medições teórico	Nº de medições real	Tempo Normal	Tempo Padrão
1	1	Abastece 2 casquilhos ao periférico	x	1	4	2	4	4	2	4	2	2	2	2	2	4	2	2	4	4	2	4	2	4	2	2	4	2	2	2,8	0,8	10%	1,96	29,6	25	2,2	2,4
2	1	Posiciona peça seguinte	x	1	6	5	6	5	5	6	6	5	6	5	5	5	6	6	5											5,2	0,6	10%	1,96	5,1	15	4,2	4,5
3	1	Aciona Start	x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1											1,2	0,0	10%	1,96	-	25	0,9	1,0
4	1	Retira peça periférico	x	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2											2,3	0,0	10%	1,96	-	15	1,9	2,0
5	1	Cola etiqueta na peça	x	1	6	7	6	6	7	6	7	7	6	6	6	7	6	6	7											6,3	0,6	10%	1,96	3,4	15	5,0	5,4
6	1	Embalpa peça	x	1	4	4	5	4	4	5	4	5	4	5	4	5	4	4	5											4,0	0,6	10%	1,96	8,5	15	3,2	3,4
7	1	Troca caixa e cola rótulo na caixa	x	26	53	55	51	54	53	55	50	51	54	53	53	55	56	51	53	52	51	54	56	53	50	53	51	54	55	2,0	1,7	10%	1,96	271,9	25	1,6	1,7
8	1	Tempo de espera operador		1	12	11	12	12	11	12	12	13	12	11	12	11	11	12	13											11,4	0,8	10%	1,96	1,8	15	9,2	9,8

Tabela 35 - Estudo dos tempos das tarefas levadas a cabo na montagem para a peça *Montagerahmen*

					CRONOMETRAGENS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
--	--	--	--	--	----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Tabela 36 - Estudo dos tempos das tarefas levadas a cabo na injeção para a peça *Motorraum Seitlich*

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

Nº	Nº OP	DESCRIÇÃO DA ACTIVIDADE	VALOR ACRES. (sim = X)	Nº PEÇAS / CRONO	CRONOMETRAGENS																									TEMPO / PEÇA (média)	Desv. Padrão	Precisão	Z	Nº de medições teórico	Nº de medições real	Tempo Normal	Tempo Padrão
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25								
1	1	Pega Seitlich e desensaca		2	14	15	11	14	14	12	13	12	14	13	14	13	13	14	12									6,5	1,3	10%	1,96	14,4	15	5,2	5,6		
2	1	Pega Fuhrunshiene e coloca no suporte	x	1	4	4	4	2	4	5	6	6	4	4	4	4	5	5	4	5	4	3	4					4,0	0,9	10%	1,96	20,4	25	3,2	3,4		
3	1	Pega e coloca 6 grommets	x	1	15	13	12	13	12	12	13	14	13	12	13	13	14	13	12									12,8	1,0	10%	1,96	2,5	15	10,2	10,9		
4	1	Passa lubrificante	x	1	8	7	7	8	6	6	7	8	6	6	8	5	7	7	6									6,8	1,1	10%	1,96	10,1	15	5,4	5,8		
5	1	Pega abdekung rolo e analisa	x	1	4	7	8	7	7	5	6	5	4	8	4	5	7	6	6	4	6	5	6	4	5	6	7	8	7	5,8	1,5	10%	1,96	25,1	25	4,6	4,9
6	1	Fixa abdekung rolo no fuhrunshiene	x	1	7	6	6	5	9	6	11	5	9	7	7	5	5	7	6	6	6	7	9	5	6	7	8	7	6,7	1,6	10%	1,96	22,4	24	5,3	5,7	
7	1	Fixa Fuhrunshiene+ab. Rollo no Seitlich	x	1	4	6	5	4	7	4	4	6	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	4					4,5	1,0	10%	1,96	17,8	19	3,6	3,9		
8	1	Pega 3 adesivos		1	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5									3,7	0,5	10%	1,96	6,4	15	3,0	3,2		
9	1	Fixa os adesivos na lateral		1	18	15	16	15	20	21	19	18	19	15	16	18	16	18	20									17,5	1,8	10%	1,96	4,1	15	14,0	15,0		
10	1	Pega e coloca 2 grommets	x	1	5	6	6	6	8	6	5	6	8	6	5	6	6	7	6									6,0	1,1	10%	1,96	12,2	15	4,8	5,1		
11	2	Pega e coloca etiqueta operador	x	1	4	2	5	5	2	2	4	2	4	2	4	2	4	2	2	4	2	3	5	2	3	2	4	4	2	3,1	0,9	10%	1,96	36,3	25	2,4	2,6
12	2	Pega no Seitlich acabado e coloca na caixa	x	1	5	7	6	5	6	5	5	5	6	5	6	6	5	6	5									5,3	0,7	10%	1,96	7,7	15	4,2	4,5		
13	2	Coloca 2 molas no periférico	x	1	5	5	6	8	7	6	7	8	8	7	7	7	6	6	8									6,7	1,2	10%	1,96	12,5	15	5,4	5,7		
14	2	Troca Seitlich do posto 1 do periférico para o posto 2	x	1	7	7	6	6	7	6	8	6	7	7	8	6	7	6	6									6,6	0,8	10%	1,96	6,3	15	5,3	5,7		
15	2	Pega anilha e coloca no posto 1 do periférico	x	1	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	2	4	4	4									3,3	0,4	10%	1,96	5,8	15	2,7	2,9		
16	2	Pega Seitlich e coloca no posto 1 do periférico	x	1	6	4	6	5	5	4	6	5	5	6	5	6	5	5	5									4,9	0,8	10%	1,96	10,0	15	3,9	4,2		
17	2	Aciona periférico	x	1	2	2	4	2	1	2	1	2	2	2	2	4	2	2	2	2	1	3	2	2	3	2	2	3	2	2,3	0,6	10%	1,96	26,2	25	1,6	2,0
18	2	Coloca etiqueta na caixa	x	4	15	16	18	19	18	16	19	19	15	20	18	19	16	18	19	18	20							4,4	1,4	10%	1,96	40,6	25	3,5	3,8		
19	2	Posiciona caixa seguinte	x	4	16	13	15	13	16	18	12	14	16	15	15	16	14	13	16	18	14	16	15	13	16	14	18		3,7	1,7	10%	1,96	82,4	25	3,0	3,2	
20	2	Tempo de espera atuação do periférico		1	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26									26,0	0,0	10%	1,96	-	15	-	26,0		

Tabela 37 - Estudo dos tempos das tarefas levadas a cabo na montagem para a peça *Motorraum Seitlich*.

				CRONOMETRAGENS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
--	--	--	--	----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Tabela 38 - Estudo dos tempos das tarefas levadas a cabo na injeção para a peça *Schlossverkleidung*.

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

					CRONOMETRAGENS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
--	--	--	--	--	----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Tabela 39 - Estudo dos tempos das tarefas levadas a cabo na montagem para a peça *Schlossverkleidung*.

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

Nº	Nº OP	DESCRIÇÃO DA ACTIVIDADE	VALOR ACRES. (sim = X)	Nº PEÇAS / CRONO	CRONOMETRAGENS																									TEMPO / PEÇA (média)	Desv. Padrão	Precisão	Z	Nº de medições teórico	Nº de medições real	Tempo Normal	Tempo Padrão
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25								
1	1	Pega par de peças e analisa	x	1	2	2	2	2	2	4	2	2	2	2	2	4	2	2	2									2,5	0,4	10%	2	10,5	15	2,0	2,1		
2	1	Coloca 4 grommets em par de peças	x	1	12	9	12	12	9	11	9	12	13	9	11	12	12	11	11									10,8	1,1	10%	2	4,1	15	8,7	9,3		
3	1	Cola etiqueta de indice em par de peças	x	1	6	7	9	7	6	6	7	7	6	6	7	6	6	7	6	6								6,5	1,0	10%	2	8,1	15	5,2	5,6		
4	1	Cola etiqueta de operador em par de peças	x	1	6	7	8	6	6	6	6	6	6	7	6	6	6	7	6									6,2	0,7	10%	2	5,1	15	5,0	5,3		
5	1	Embala par de peças	x	1	13	13	14	15	13	14	13	13	11	13	13	14	13	13	12									13,0	1,0	10%	2	2,5	15	10,4	11,2		
6	1	Põe separador de cartão	x	20	18	18	16	18	19	16	18	18	18	19	19	19	20	19	16	21	18	19	18	18	19	17	20	21	18	0,9	1,3	10%	2	768,6	25	0,7	0,8

Tabela 40 - Estudo dos tempos das tarefas levadas a cabo na injeção para a peça *Traeger Verkl.*

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

Nº	Nº OP	DESCRIÇÃO DA ACTIVIDADE	VALOR ACRES. (sim = X)	Nº PEÇAS / CRONO	CRONOMETRAGENS																									TEMPO / PEÇA (média)	Desv. Padrão	Precisão	Z	Nº de medições teórico	Nº de medições real	Tempo Normal	Tempo Padrão
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25								
1	1	Pega peça e pausa na bancada	x	1	5	6	4	4	6	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5										4,4	0,8	10%	1,96	12,2	15	3,6	3,8	
2	1	Retira etiqueta de índice		1	6	5	7	6	6	6	5	7	8	7	7	8	6	5	6										6,2	1,1	10%	1,96	12,9	15	5,0	5,3	
3	1	Pega e fixa 2 anilhas metálicas	x	1	12	12	16	14	14	11	14	11	12	14	14	13	14	12	12										12,9	1,7	10%	1,96	6,3	15	10,3	11,0	
4	1	Vira peça e fixa o rolo	x	1	8	9	9	11	9	8	9	9	8	8	8	9	9	8	11										9,0	0,8	10%	1,96	3,2	15	7,2	7,7	
5	1	Pega peça e pausa ao lado		1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	2	4	2	2	2										2,5	0,4	10%	1,96	10,5	15	2,0	2,1	
6	1	Retira o rolo da caixa e cola etiqueta de operador	x	1	5	6	5	5	6	5	6	5	5	5	5	6	6	5	5										5,1	0,6	10%	1,96	4,9	15	4,0	4,3	
7	1	Abre contentor e retira plástico	x	48	20	20	20	20	19	21	20	20	20	20	21	20	20	19	20	20	19	20	21	20	19	20	20	21	19	0,4	0,7	10%	1,96	1143,4	25	0,3	0,4
8	1	Abre bac do leite e retira plástico	x	48	22	21	22	20	21	21	23	20	22	21	21	20	20	21	22	21	20	22	21	21	20	21	22	22	21	0,4	1,0	10%	1,96	1866,3	25	0,4	0,4
9	2	Retira peça acabada e pausa ao lado		1	4	4	4	4	4	5	4	5	5	6	4	5	6	4	4	3	3	3	3						4,1	0,9	10%	1,96	18,9	19	3,2	3,5	
10	2	Pega e coloca 2 anilhas	x	1	4	5	6	5	7	5	4	5	6	5	5	6	5	5	5										4,9	0,9	10%	1,96	13,1	15	3,9	4,2	
11	2	Pega e coloca 4 molas	x	1	11	11	13	14	11	12	14	9	11	12	12	11	13	12	11										11,5	1,4	10%	1,96	5,6	15	9,2	9,9	
12	2	Pega e coloca mola	x	1	8	7	6	5	7	5	6	6	6	6	6	7	7	5	6										6,1	1,0	10%	1,96	10,6	15	4,9	5,2	
13	2	Pega traeger e coloca no periférico	x	1	13	13	15	14	12	13	16	12	15	12	14	13	15	13	13										13,5	1,5	10%	1,96	4,5	15	10,8	11,5	
14	2	Aciona periférico	x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1										1,2	0,0	10%	1,96	-	15	0,9	1,0	
15	2	Inspecciona e embala peça	x	1	14	12	15	13	14	12	14	12	12	16	12	15	13	14	13										13,3	1,5	10%	1,96	5,0	15	10,7	11,4	
16	2	Espera atuação do periférico		1	4	6	5	7	4	6	5	5	6	4	5	4	4	5	6										4,8	1,1	10%	1,96	21,5	15	3,8	4,1	

Tabela 41 - Estudo dos tempos das tarefas levadas a cabo na montagem para a peça *Traeger Verkl.*

Nº	Nº OP	DESCRIÇÃO DA ACTIVIDADE	VALOR ACRES. (sim = X)	Nº PEÇAS / CRONO	CRONOMETRAGENS																									TEMPO / PEÇA (média)	Desv. Padrão	Precisão	Z	Nº de medições teórico	Nº de medições real	Tempo Normal	Tempo Padrão
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25								
1	1	Pega peça e analisa	x	1	8	8	9	7	5	6	6	5	5	4	5	5	6	7	6	6	7	6	6	7	5	5				6,0	1,4	10%	1,96	21,3	22	4,8	5,1
2	1	Cola etiqueta de índice	x	1	4	4	5	4	4	2	4	2	4	2	2	2	4	4	2	4	2	2	2	2	4	5	4	4		3,2	0,9	10%	1,96	31,5	25	2,5	2,7
3	1	Fixa 4 molas	x	1	8	9	8	9	5	5	5	6	5	5	5	6	5	5	6	6	6	5	6	7	8	6	5	6	5	6,0	1,5	10%	1,96	24,1	25	4,8	5,1
4	1	Fixa 6 borrachas	x	1	16	14	14	18	9	11	11	12	12	11	11	12	13	11	14										12,4	2,4	10%	1,96	14,1	15	9,9	10,6	
5	1	Cola etiqueta de operador	x	1	4	4	4	4	2	2	2	2	2	2	2	4	4	2	2	2	4	4	2	2	4	3	3		2,8	0,7	10%	1,96	25,5	25	2,2	2,4	
6	1	Ensaca a peça		1	7	9	9	11	5	6	7	11	12	7	8	8	7	9	8	6	7	8	9						8,1	1,8	10%	1,96	18,6	19	6,5	6,9	
7	1	Embala a peça	x	1	4	6	6	6	5	2	4	4	4	2	2	2	4	4	5	4	2	4	4	5	4	3	3	3	4	3,7	1,1	10%	1,96	33,2	25	3,0	3,2
8	1	Cola rótulo na embalagem	x	12	15	12	14	15	15	13	15	14	13	14	14	16	15	15	14	16	14	13	14	15	16	15	14	18	15	1,2	1,3	10%	1,96	463,2	25	1,0	1,0
9	1	Coloca etiqueta de operador no rótulo da embalagem	x	12	6	5	6	6	6	5	7	6	6	7	7	6	6	5	6	6	5	6	7	7	8	8	7	7	7	0,5	1,0	10%	1,96	1607,9	25	0,4	0,4
10	1	Abastece Máquina	x	36	140	143	139	138	146	137	131	146	150	136	138	140	139	141	144	137	151	141	145	143	138	141	144	138	148	3,9	4,6	10%	1,96	545,5	25	3,1	3,3
11	1	Faz caixas (12 peças/caixa)		12	47	49	48	50	53	46	46	48	47	49	42	46	48	56	47	49	51	54	49	48	51	55	51	47	49	4,0	3,2	10%	1,96	244,9	25	3,2	3,4
12	1	Pega e colocar tampa nas caixas	x	12	14	11	14	12	15	11	13	11	14	12	13	11	14	15	11	9	12	13	14	13	14	11	15	14	16	1,0	1,8	10%	1,96	1199,0	25	0,8	0,9

Tabela 42 - Estudo dos tempos das tarefas levadas a cabo na injeção para a peça *Motorraum Hinten*.

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

Nº	Nº OP	DESCRIÇÃO DA ACTIVIDADE	VALOR ACRESC. (sim = X)	Nº PEÇAS / CRONO	CRONOMETRAGENS																									TEMPO / PEÇA (média)	Desv. Padrão	Precisão	Z	Nº de medições teórico	Nº de medições real	Tempo Normal	Tempo Padrão
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25								
1	1	Pega peça e analisa (Aluminium Huelle)		1	34	34	36	26	29	25	40	35	32	29	28	32	34	35	30											31,9	4,1	10%	1,96	6,4	15	25,5	27,3
2	1	Pega em 7 borrachas (einleger) e fixa com a mão	x	1	109	119	117	102	100	103	111	109	103	106	107	111	103	106	112											107,9	5,5	10%	1,96	1,0	15	86,3	92,3
3	1	Pega na peça e verifica aperto com ponteiro	x	1	27	27	23	19	21	21	27	25	21	21	25	29	21	20	21											23,1	3,2	10%	1,96	7,2	15	18,5	19,8
4	1	Pousa Aluminium Huelle c/borrachas		1	5	5	5	4	4	2	4	4	4	2	4	4	4	5	4	4									3,7	0,7	10%	1,96	15,0	16	2,9	3,2	
5	1	Pegar no motorraum hinten ,desensacar e analisar		1	18	20	19	19	15	23	23	25	23	22	19	22	23	21	19											20,7	2,7	10%	1,96	6,7	15	16,6	17,7
6	1	Colar 4 fitas adesivas retangulares	x	1	19	19	18	19	18	19	18	16	19	15	19	18	15	19	19											17,8	1,3	10%	1,96	1,9	15	14,2	15,2
7	1	Colar 4 fitas adesivas semi-circulares	x	1	26	26	26	25	27	26	26	25	26	20	27	26	21	23	28											25,0	2,2	10%	1,96	2,9	15	20,0	21,4
8	1	Retirar película da fita adesiva	x	1	14	15	13	13	16	15	19	18	18	13	15	18	16	13	14											15,3	2,0	10%	1,96	6,6	15	12,2	13,1
9	1 e 2	Pegar no aluminium huelle e encaixar no motorraum hinten	x	1	33	37	39	41	37	42	46	47	41	35	41	42	40	36	40											39,7	3,7	10%	1,96	3,4	15	31,8	34,0
10	2	Pegar na peça e colocar no periférico	x	1	6	5	5	6	6	6	5	6	4	5	5	6	5	5	6											5,1	0,7	10%	1,96	7,9	15	4,1	4,4
11	2	Pegar no alicate e virar pontas da chapa		1	21	22	20	18	22	20	23	20	20	21	20	21	21	22	19											20,6	1,5	10%	1,96	2,1	15	16,5	17,7
12	2	Colocar grommet	x	1	4	4	5	5	4	5	5	6	5	6	6	5	5	4	5										4,6	0,8	10%	1,96	12,3	15	3,7	3,9	
13	2	Colocar 4 anilhas	x	1	15	15	14	18	16	15	16	15	15	15	16	14	15	16	15										15,5	0,9	10%	1,96	1,4	15	12,4	13,3	
14	2	Colocar 4 molas	x	1	15	18	15	16	16	16	16	14	16	15	16	16	14	15	18										15,9	1,1	10%	1,96	1,7	15	12,7	13,6	
15	2	Accionar periférico	x	1	2	2	2	2	2	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2										2,4	0,3	10%	1,96	6,0	15	1,9	2,1	
16	2	Esperar verificação do periférico		1	12	11	11	11	13	13	12	12	12	12	13	12	12	12	11										11,6	0,8	10%	1,96	1,9	15	9,3	9,9	
17	2	Retirar peça do periférico e colocar na mesa de montagem	x	1	4	4	2	2	4	2	2	2	2	2	4	4	2	2	2	3	4	2	4	3	3				2,9	0,6	10%	1,96	19,4	21	2,3	2,4	
18	2	Pegar e fixar insono	x	1	36	37	35	40	46	53	47	46	50	49	41	41	44	43	49										43,8	5,3	10%	1,96	5,7	15	35,0	37,5	
19	2	Retirar e colar etiq de operador	x	1	2	4	4	4	4	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	4	4	2,9	0,8	10%	1,96	28,3	25	2,3	2,5	
20	2	Passar batom na peça		1	110	125	117	126	123	117	119	139	120	120	131	125	118	114	120										121,7	7,0	10%	1,96	1,3	15	97,3	104,1	
21	2	Pegar na peça e colocar no contentor	x	1	8	7	7	8	7	9	8	8	9	7	8	8	7	8	8										7,9	0,8	10%	1,96	3,8	15	6,4	6,8	

Tabela 43 - Estudo dos tempos das tarefas levadas a cabo na montagem para a peça *Motorraum Hinten*.

Nº	OP	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	VALOR ACRESC. (slm = X)	Nº PEÇAS / CRONO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	TEMPO / PEÇA (média)	Desv. Padrão	Precisão	Z	Nº de medições teóricas	Nº de medições real	Tempo Normal	Tempo Padrão
1	1	Peça peça	x	1	4	4	4	5	5	7	4	5	4	4	5	4	4	5	5	5	4	4								4,2	0,9	10%	1,96	17,5	18	3,4	3,6
2	1	Mede correcta distância entre molas 1	x	1	5	6	4	5	4	4	5	4	5	6	5	4	6	5	4	5										4,5	0,9	10%	1,96	15,0	16	3,6	3,8
3	1	Coloca 1ª mola	x	1	4	4	4	2	5	4	4	4	2	4	4	4	2	4	4											3,3	0,6	10%	1,96	12,5	15	2,7	2,9
4	1	Muda etiqueta de silo	X	1	8	7	7	8	7	9	7	8	8	7	8	7	8	8	7											7,7	0,7	10%	1,96	3,5	15	6,2	6,6
5	1	Mede correcta distância entre molas 2	x	1	2	2	2	2	4	4	4	2	2	4	4	2	4	4	2	4	2	4	4	2	2	2	2	4	4	2,9	0,8	10%	1,96	28,3	25	2,3	2,5
6	1	Coloca 2ª mola	x	1	4	5	5	5	6	5	5	5	6	5	5	5	4	5	6											4,8	0,7	10%	1,96	8,2	15	3,8	4,1
7	1	Coloca etiqueta operador	X	1	5	4	7	5	5	5	5	4	5	5	4	5	6	5	4	4										4,6	0,9	10%	1,96	15,4	16	3,6	3,9
8	1	Tempo de espera enquanto o periférico sóida		1	69	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	69	70	69	70											69,8	0,4	10%	1,96	0,0	15	-	69,8
9	1	Retira peça anterior do periférico	x	1	2	4	4	4	2	2	4	4	2	2	2	4	4	4	2	4	4	2	4	4	2	4	4	4	4	3,0	0,8	10%	1,96	25,5	25	2,4	2,5
10	1	Coloca a nova peça no periférico	x	1	23	13	14	14	13	15	14	16	15	14	14	13	14	15	16											15,0	2,6	10%	1,96	11,5	15	12,0	12,8
11	1	Alciona periférico	x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1											1,2	0,0	10%	1,96	-	15	0,9	1,0
12	1	Retira molas da peça acabada	x	1	4	6	4	4	4	2	4	4	2	4	5	4	4	3	4	4	3	2	2	3	2	3	3	2	3	3,5	0,9	10%	1,96	23,1	25	2,8	3,0
13	1	Verifica estado da peça	x	1	7	6	7	8	8	7	7	8	7	7	7	7	7	8	7											7,2	0,7	10%	1,96	3,1	15	5,8	6,2
14	1	Coloca peça no contentor	x	1	7	9	7	7	6	7	7	8	7	7	7	7	7	8	7											7,2	0,8	10%	1,96	4,6	15	5,8	6,2

Tabela 44 - Estudo dos tempos das tarefas levadas a cabo na montagem para a peça Z. *Ablagefach*.

Anexo A4 – VSMs relativos ao estado atual

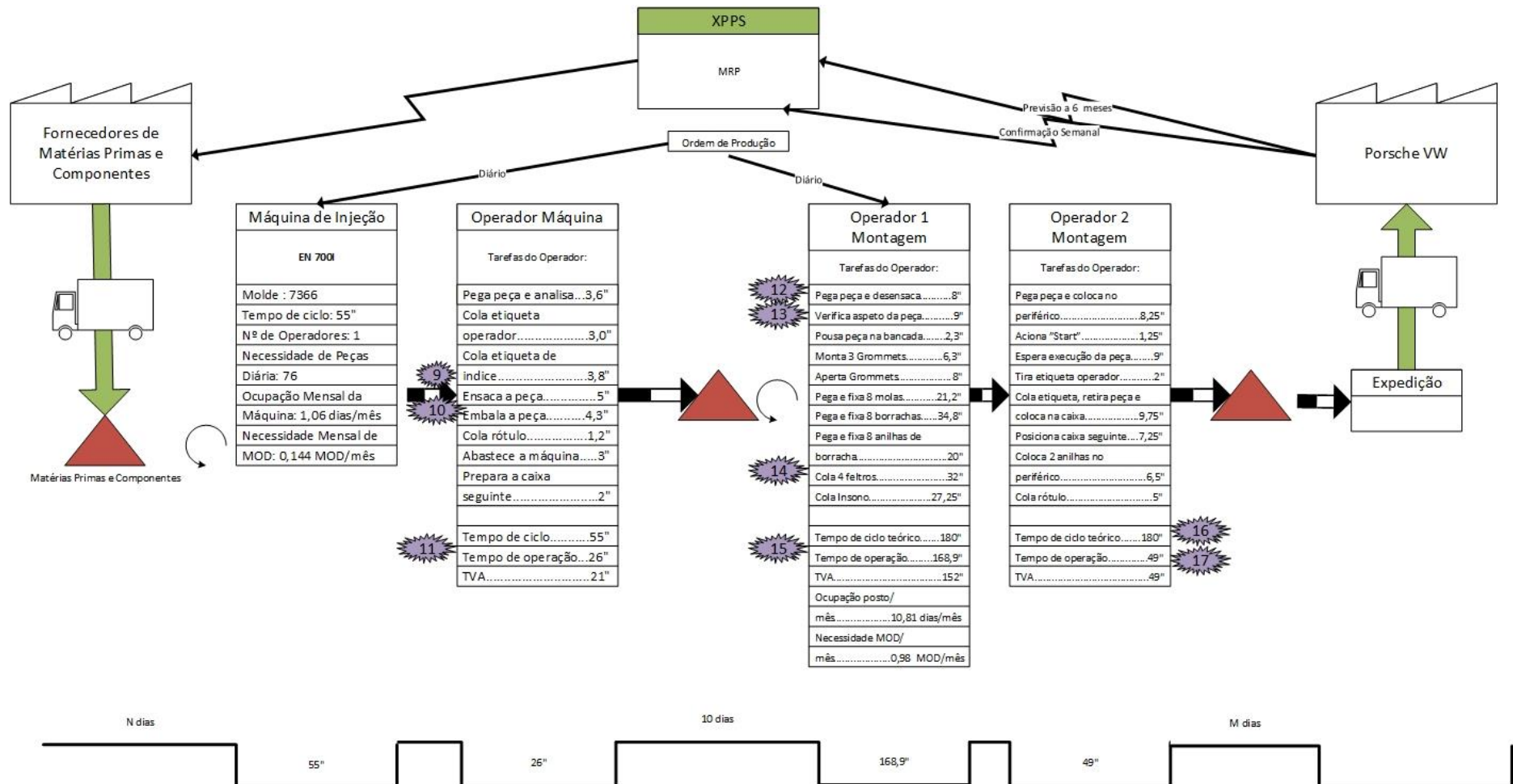


Figura 47 - VSM Hecklappe Unten (estado Atual).

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

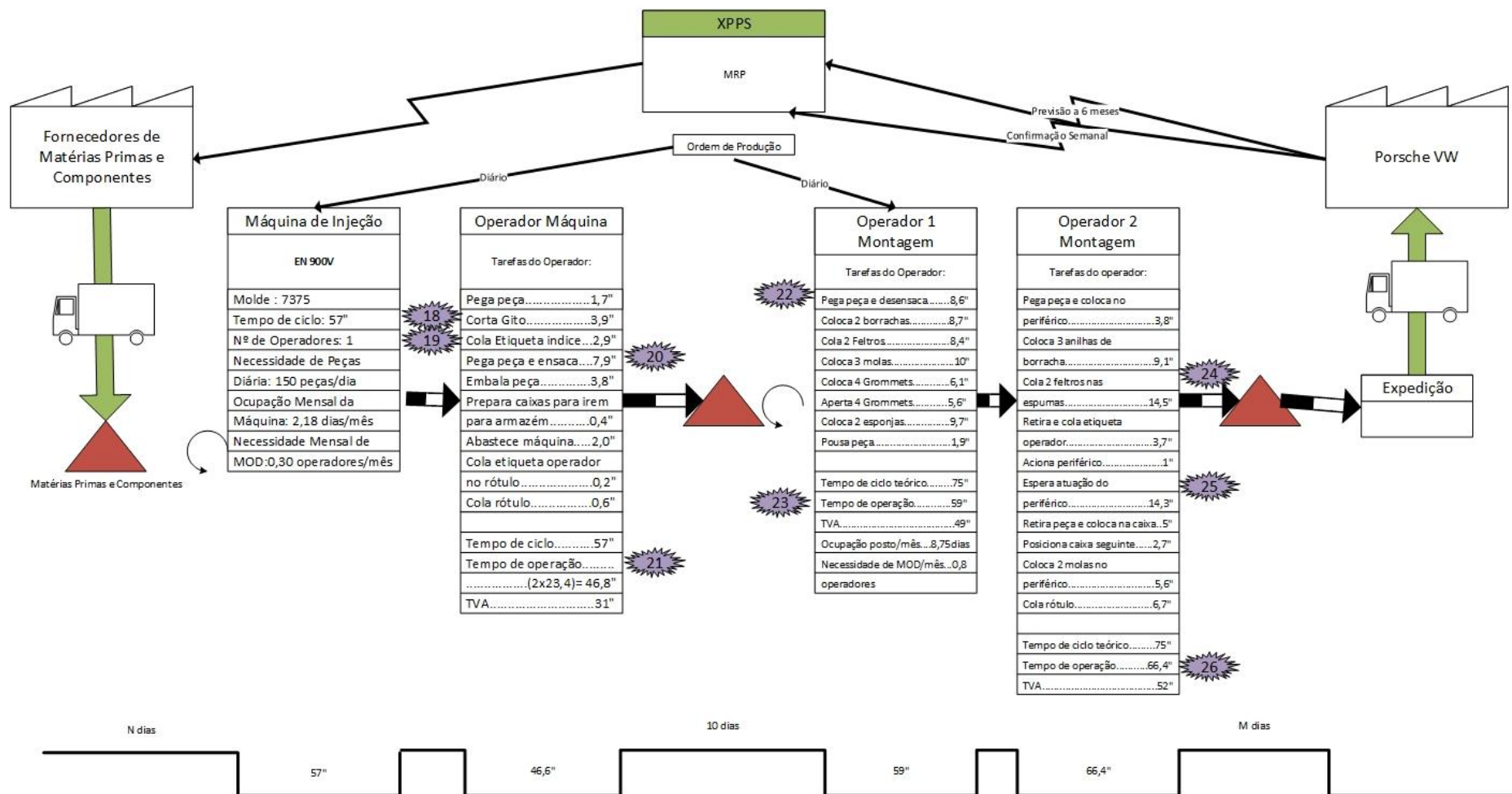


Figura 48 - VSM Verkl. Kofferaum (estado Atual).

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

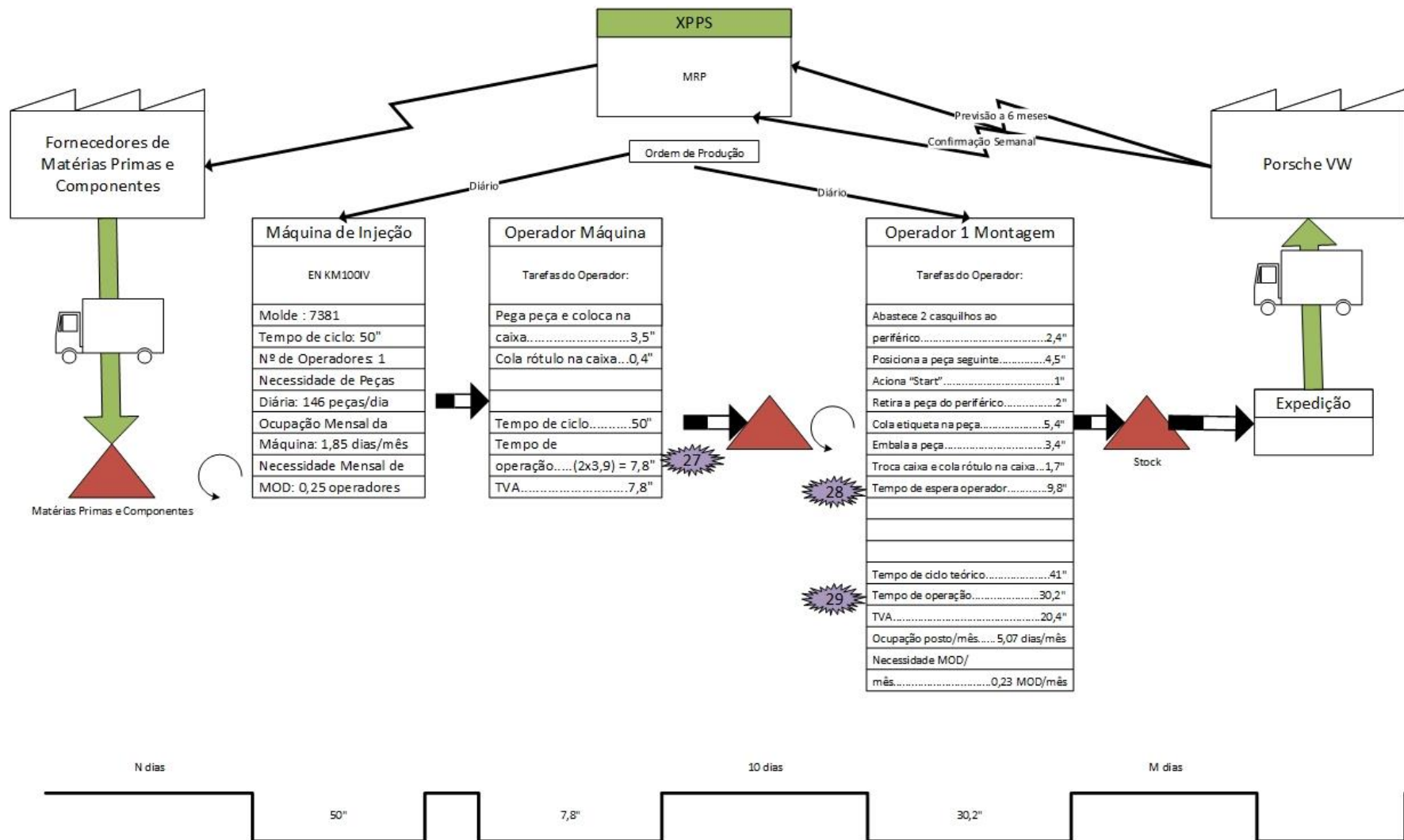


Figura 49 - VSM Montagerahmen (estado Atual).

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

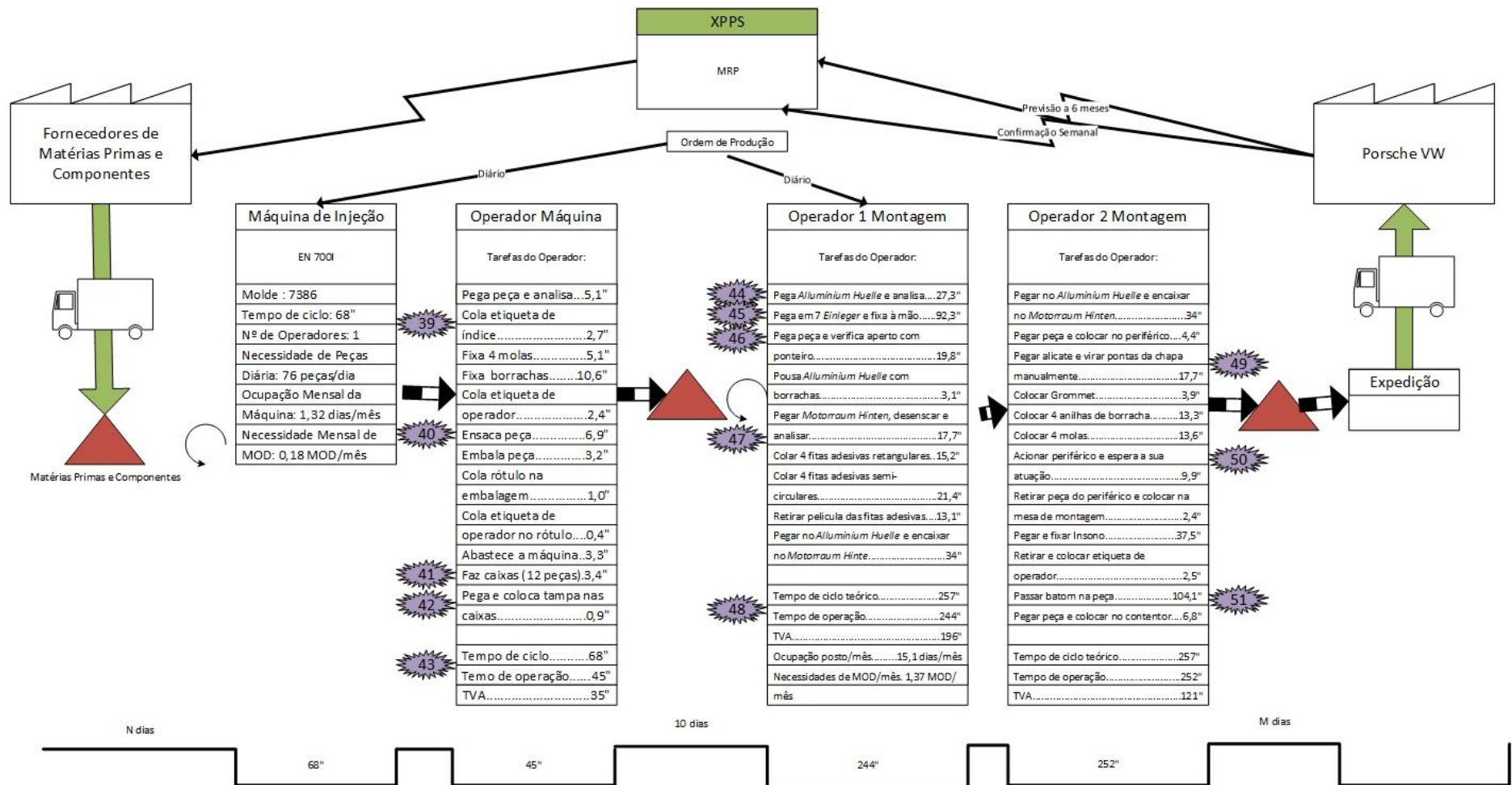


Figura 50 - VSM Motorraum Hinten (estado Atual).

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

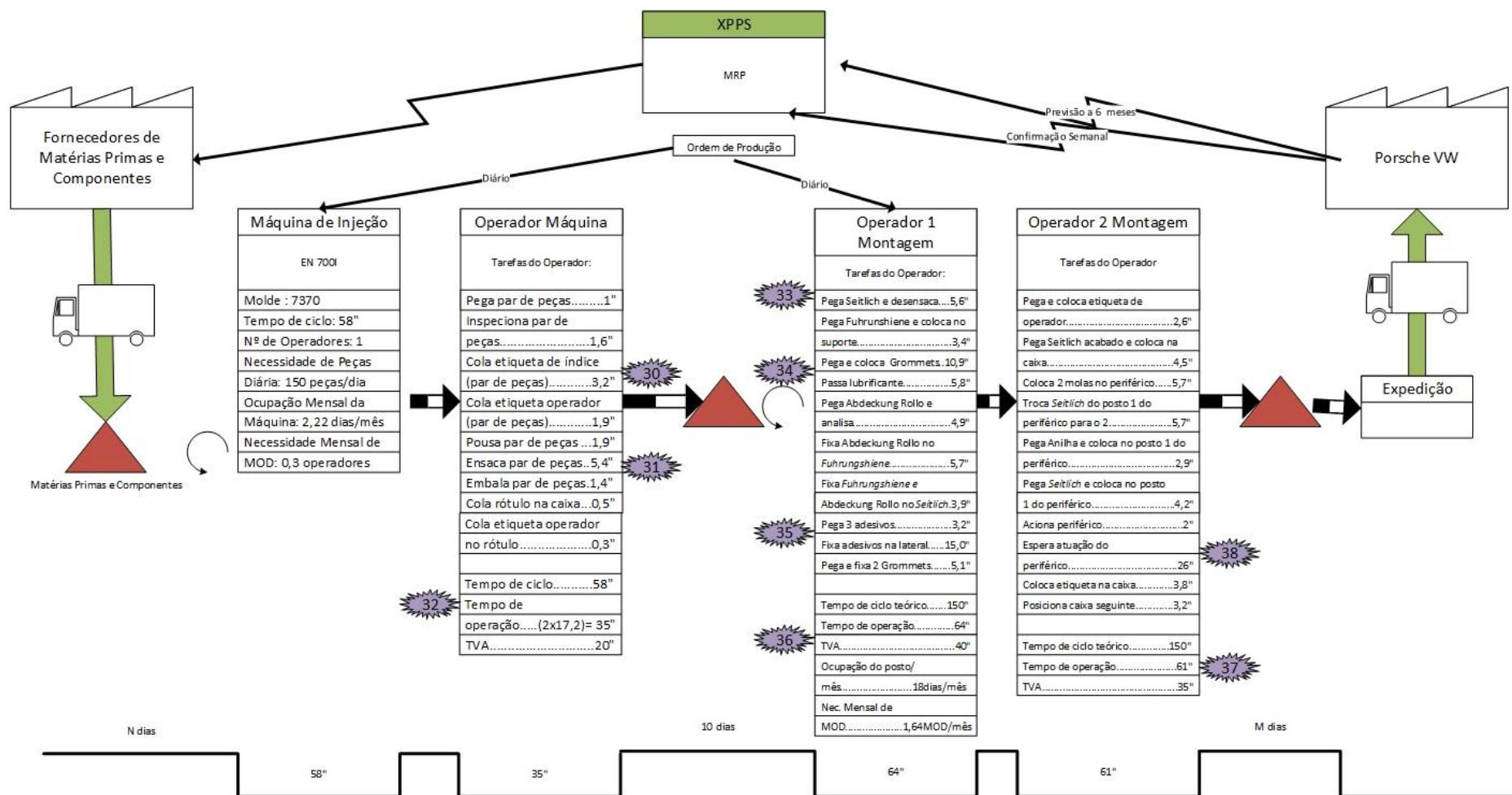


Figura 51 - VSM Motorraum Seitlich (estado Atual).

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

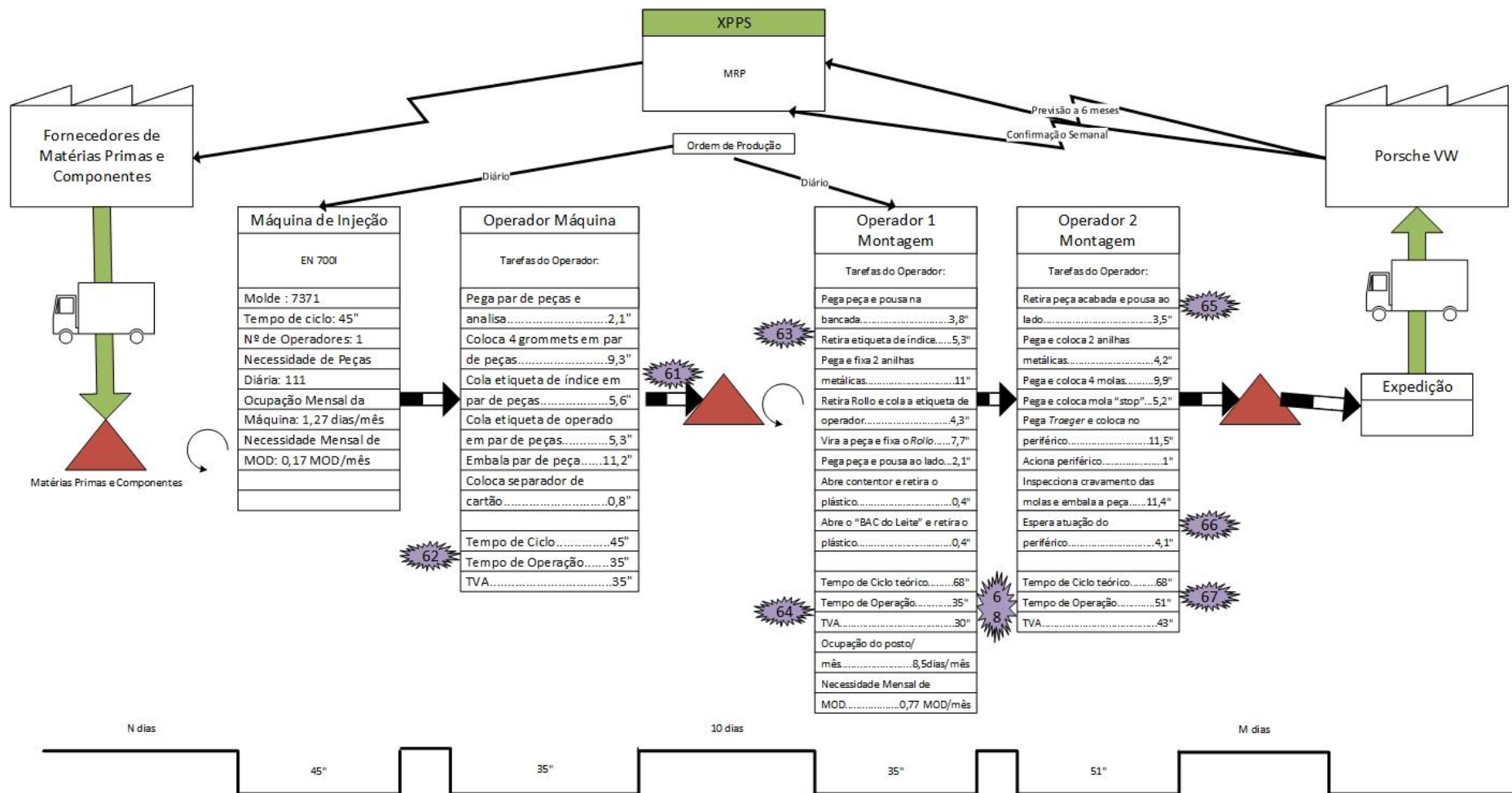


Figura 52 - VSM Traeger Verkl (estado Atual).

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

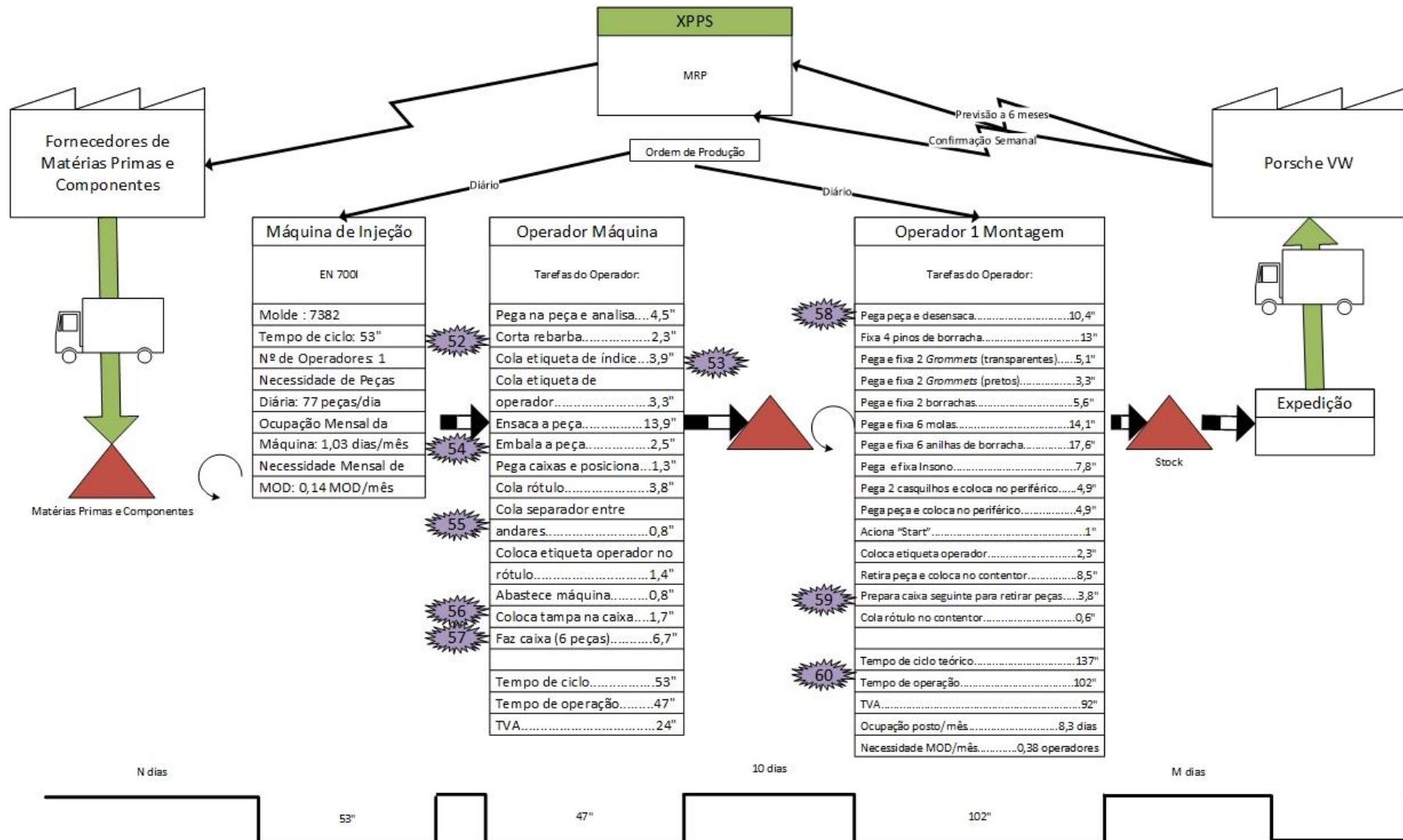


Figura 53 - VSM Schlossverkleidung (estado Atual).

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

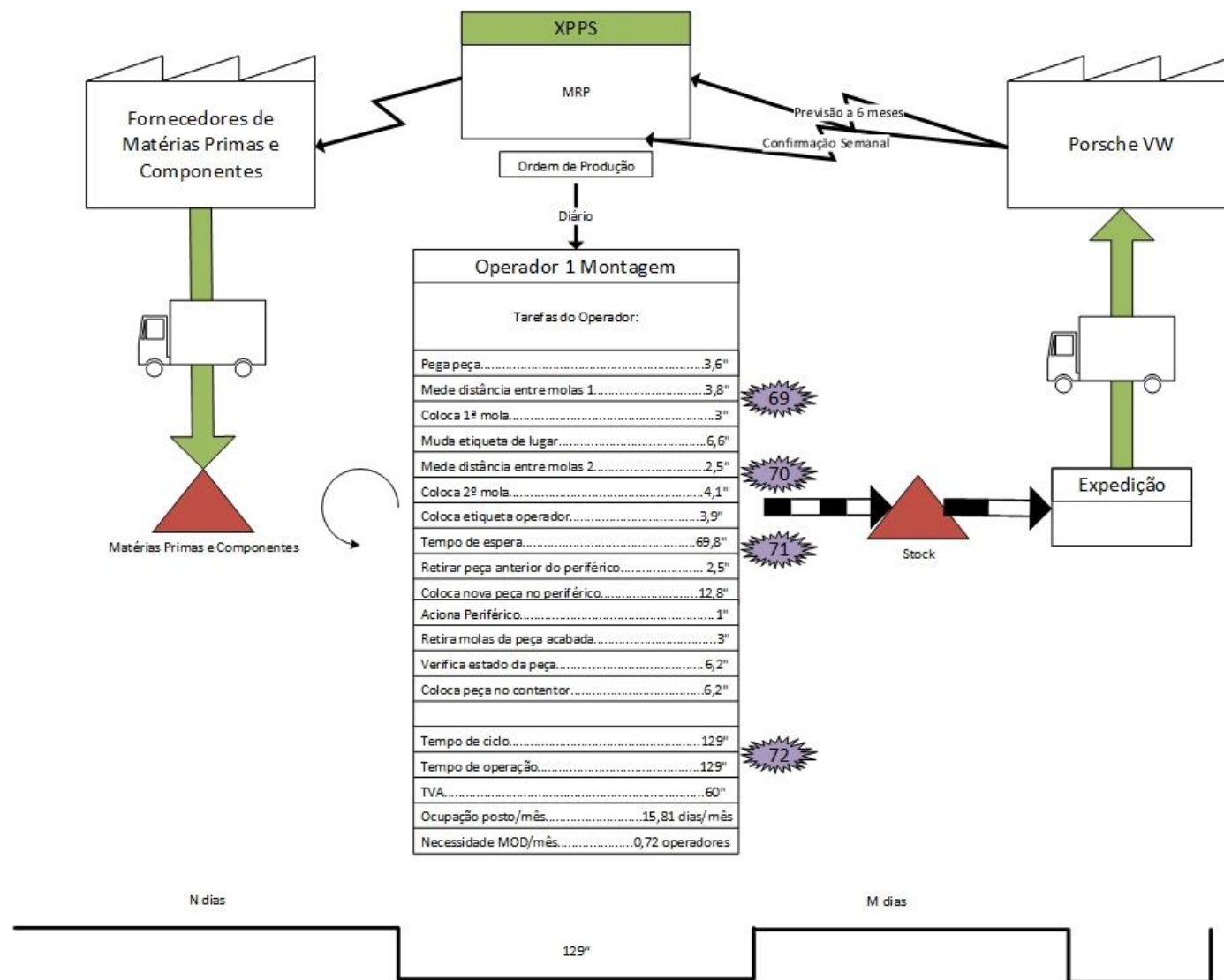


Figura 54 - VSM Z. Ablagefach (estado Atual)

Anexo A5- Valores das métricas *Takt time*, Tempo de ciclo Planeado e Necessidade Mensal de MOD's para o estado futuro proposto

<i>Takt Time</i> (s)	Tempo de Ciclo Planeado (s)	Necessidade Mensal de MOD's
$\frac{25200}{69} = 365$	$365 \times 0,9 = 328$	$\frac{119}{328} = 0,36$

Tabela 45 - Valores das métricas *Lean* para a peça *Hecklappe Unten*.

<i>Takt Time</i> (s)	Tempo de Ciclo Planeado (s)	Necessidade Mensal de MOD's
$\frac{25200}{134} = 188$	$188 \times 0,9 = 169$	$\frac{70}{188} = 0,41$

Tabela 46 - Valores das métricas *Lean* para a peça *Verk. Kofferraum*.

<i>Takt Time</i> (s)	Tempo de Ciclo Planeado (s)	Necessidade Mensal de MOD's
$\frac{25200}{137} = 184$	$184 \times 0,9 = 165$	$\frac{70}{184} = 0,42$

Tabela 47 - Valores das métricas *Lean* para a peça *Motorraum Seitlich*.

<i>Takt Time</i> (s)	Tempo de Ciclo Planeado (s)	Necessidade Mensal de MOD's
$\frac{25200}{68} = 370$	$370 \times 0,9 = 333$	$\frac{272}{333} = 0,82$

Tabela 48 - Valores das métricas *Lean* para a peça *Motorraum Hinten*.

<i>Takt Time</i> (s)	Tempo de Ciclo Planeado (s)	Necessidade Mensal de MOD's
$\frac{25200}{69} = 365$	$365 \times 0,9 = 328$	$\frac{58}{328} = 0,18$

Tabela 49 – Valores das métricas *Lean* para a peça *Schlossverkleidung*.

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

<i>Takt Time</i> (s)	Tempo de Ciclo Planeado (s)	Necessidade Mensal de MOD's
$\frac{25200}{143} = 176$	$176 \times 0,9 = 159$	$\frac{64}{159} = 0,40$

Tabela 50 - Valores das métricas *Lean* para a peça *Traeger Verkl.*

<i>Takt Time</i> (s)	Tempo de Ciclo Planeado (s)	Necessidade Mensal de MOD's
$\frac{25200}{141} = 178$	$178 \times 0,9 = 160$	$\frac{57}{160} = 0,35$

Tabela 51 - Valores das métricas *Lean* para a peça *Z. Ablagefach.*

Anexo A6– VSMs relativos ao estado futuro proposto

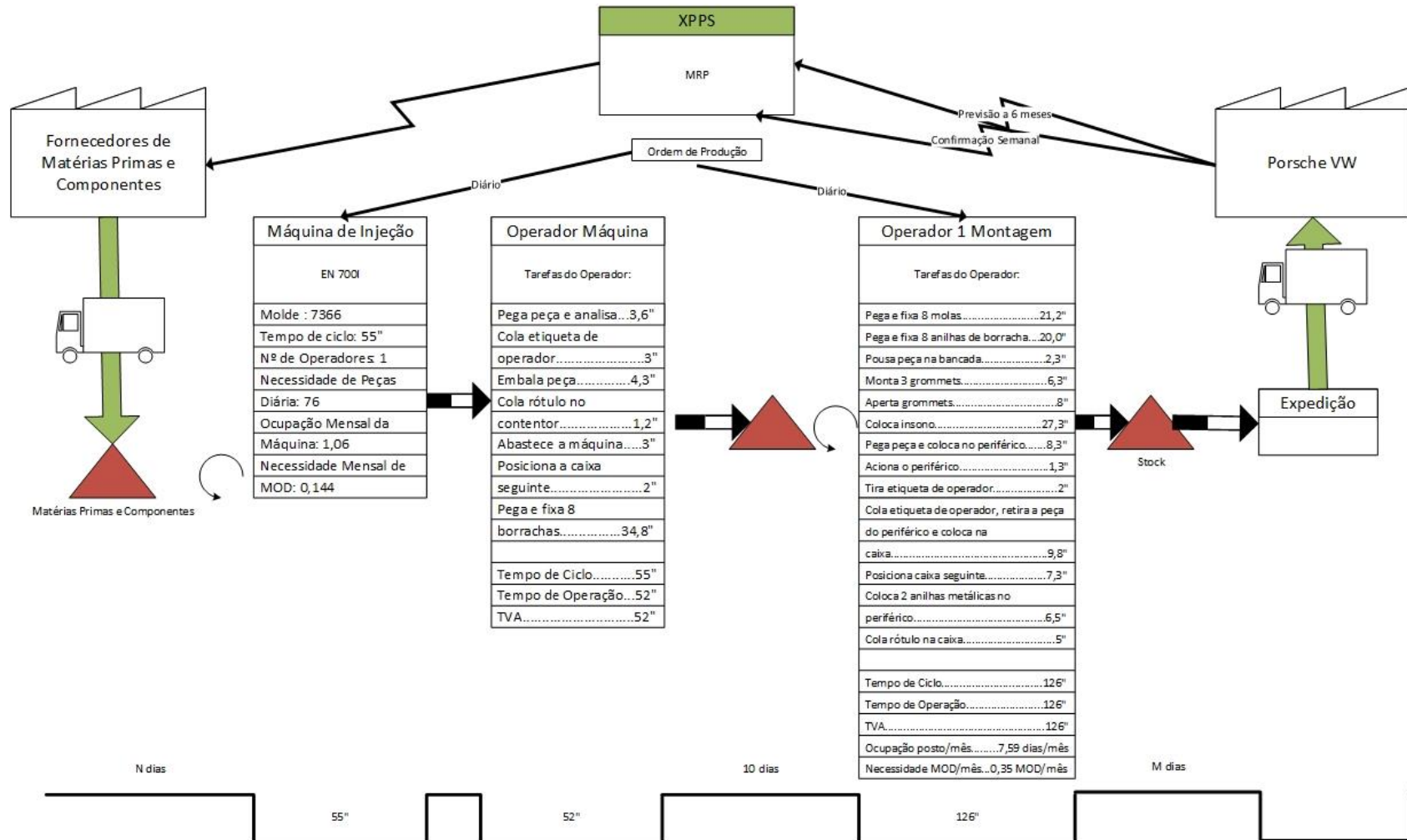


Figura 55 - VSM Hecklappe Unten (estado futuro proposto).

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

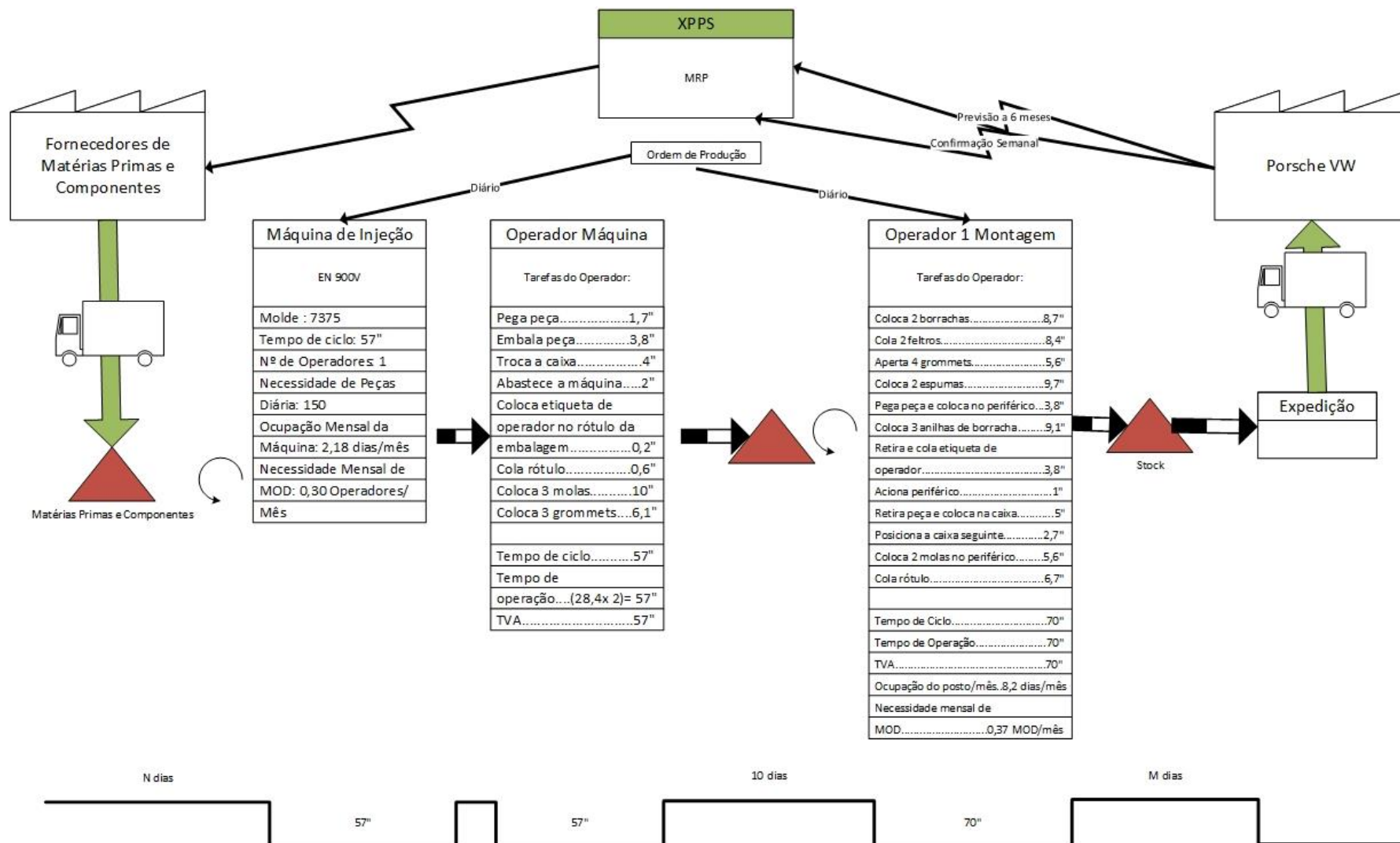


Figura 56 - VSM Verk. Kofferaum (estado futuro proposto).

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

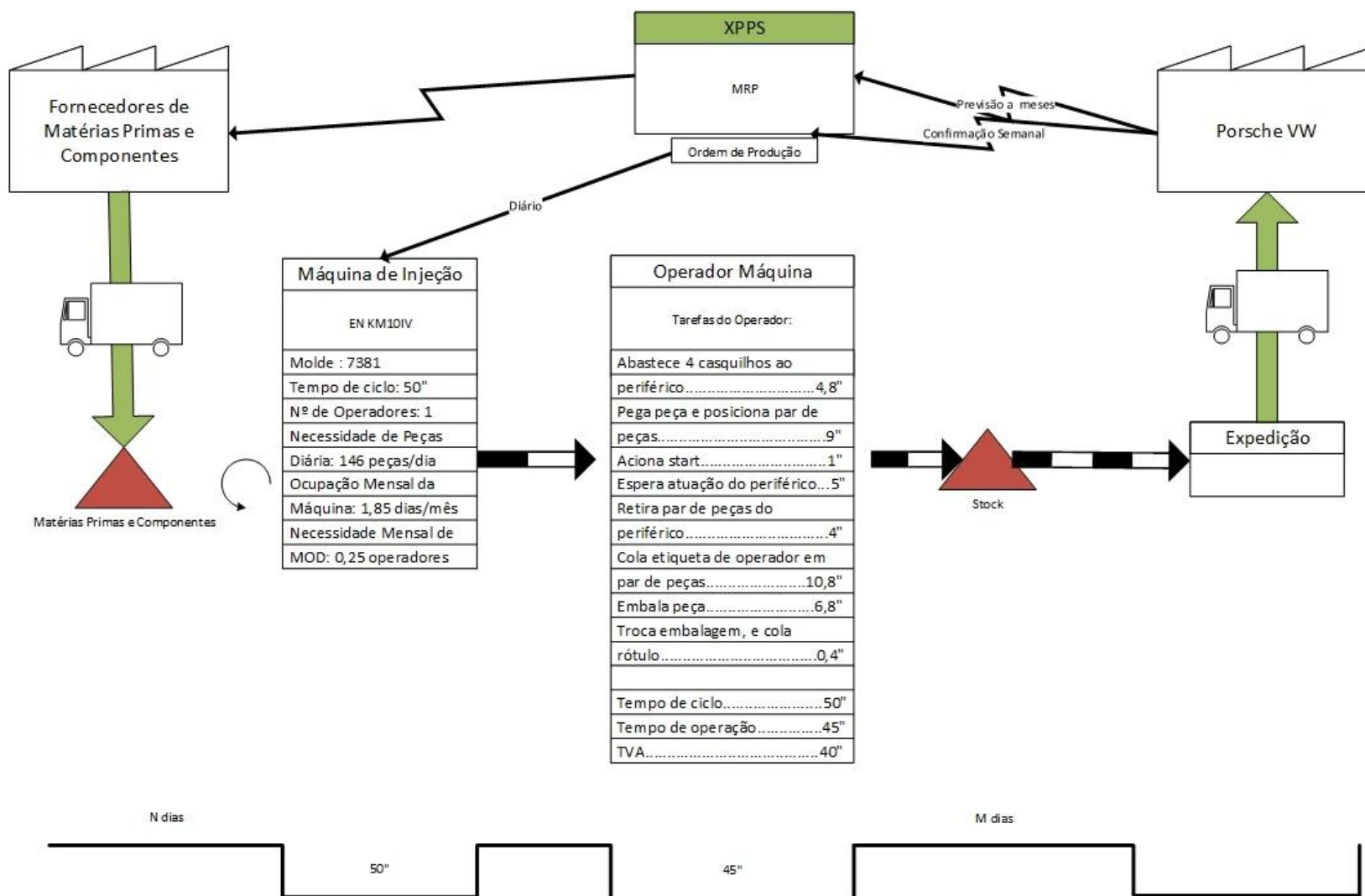


Figura 57 - VSM Montagerahmen (estado futuro proposto e estado efetivamente alcançado)

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

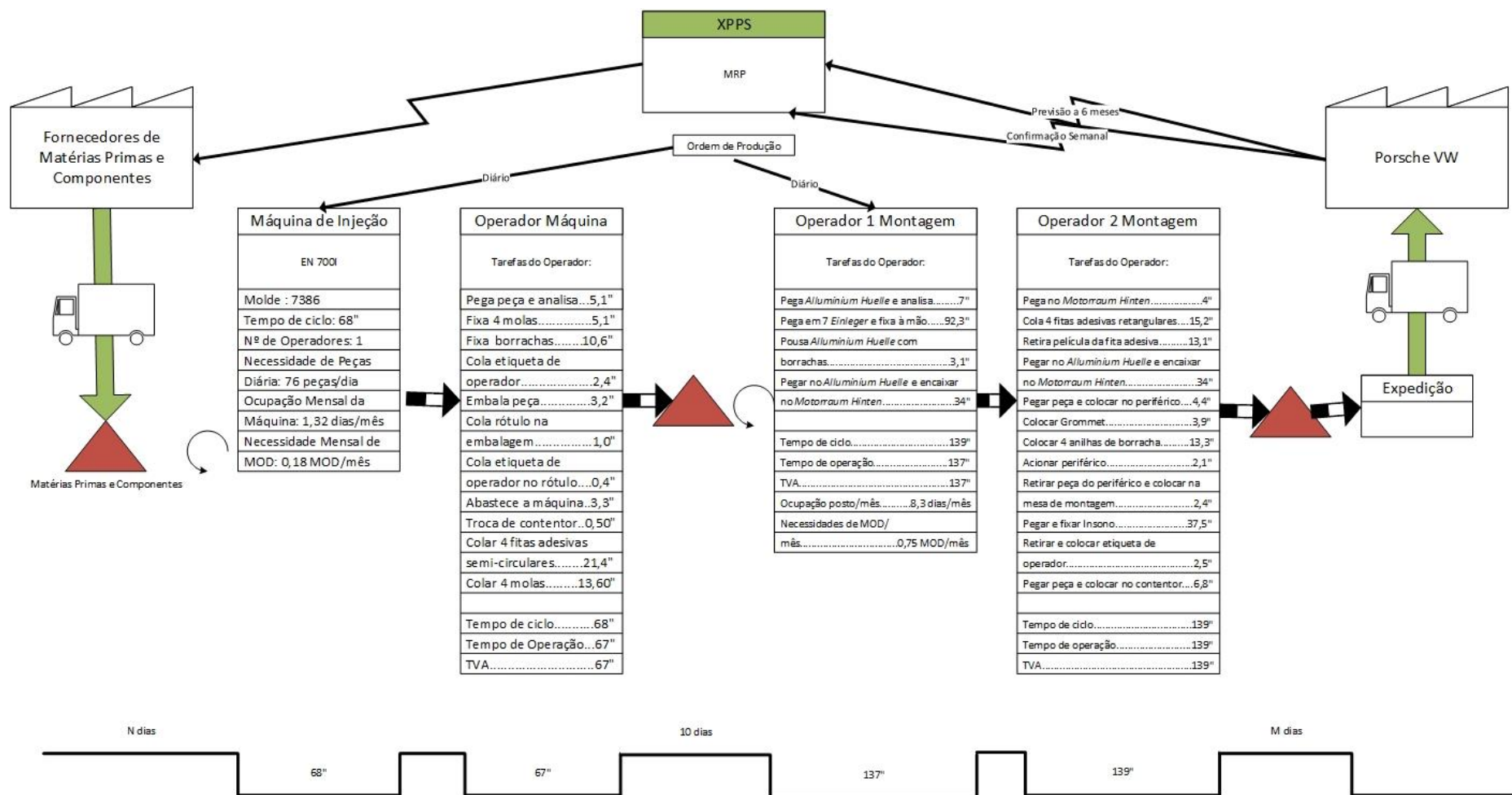


Figura 58 - VSM Motorraum Hinten (estado futuro proposto)

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

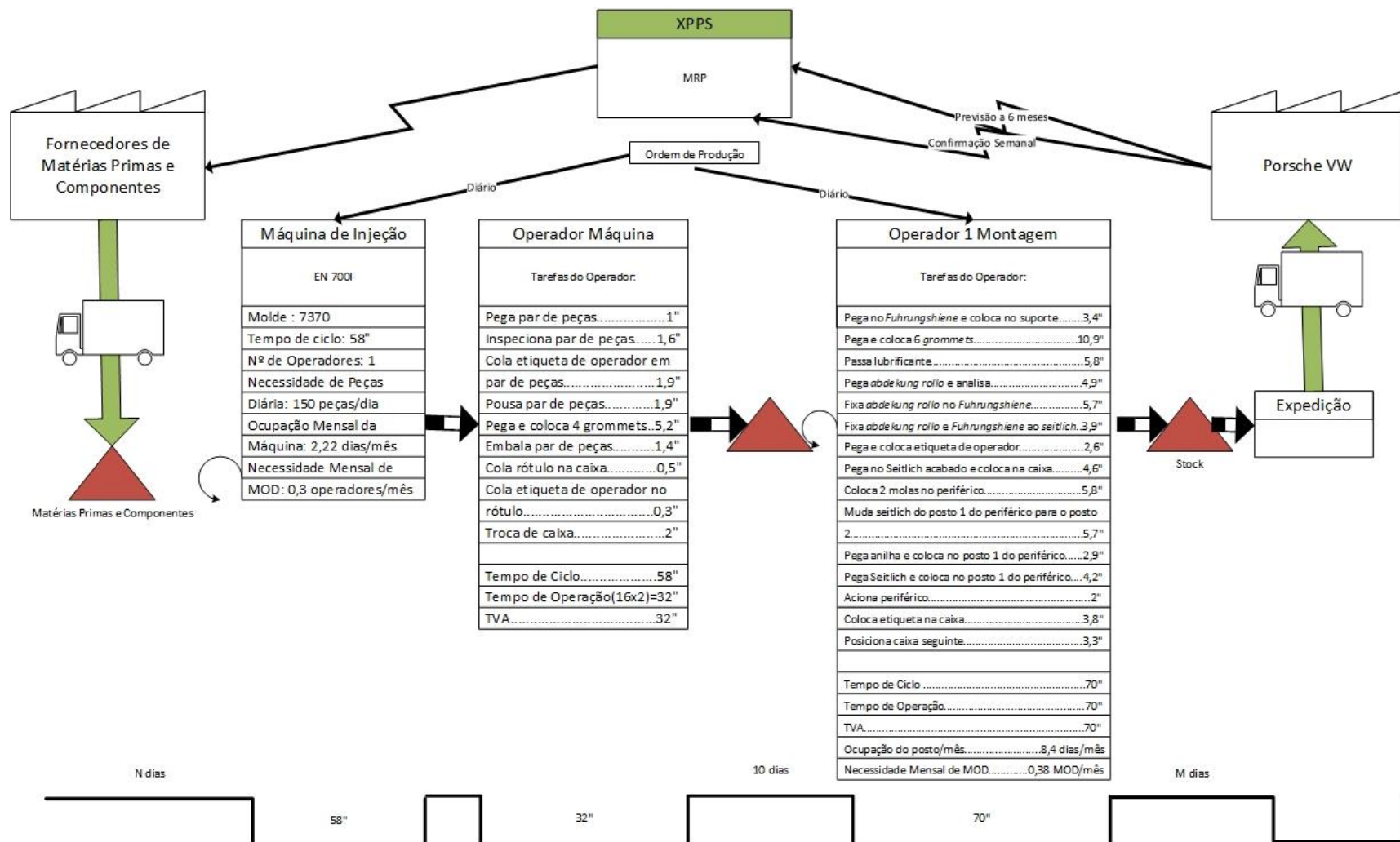


Figura 59 - VSM Motorraum Seitlich (estado futuro proposto).

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

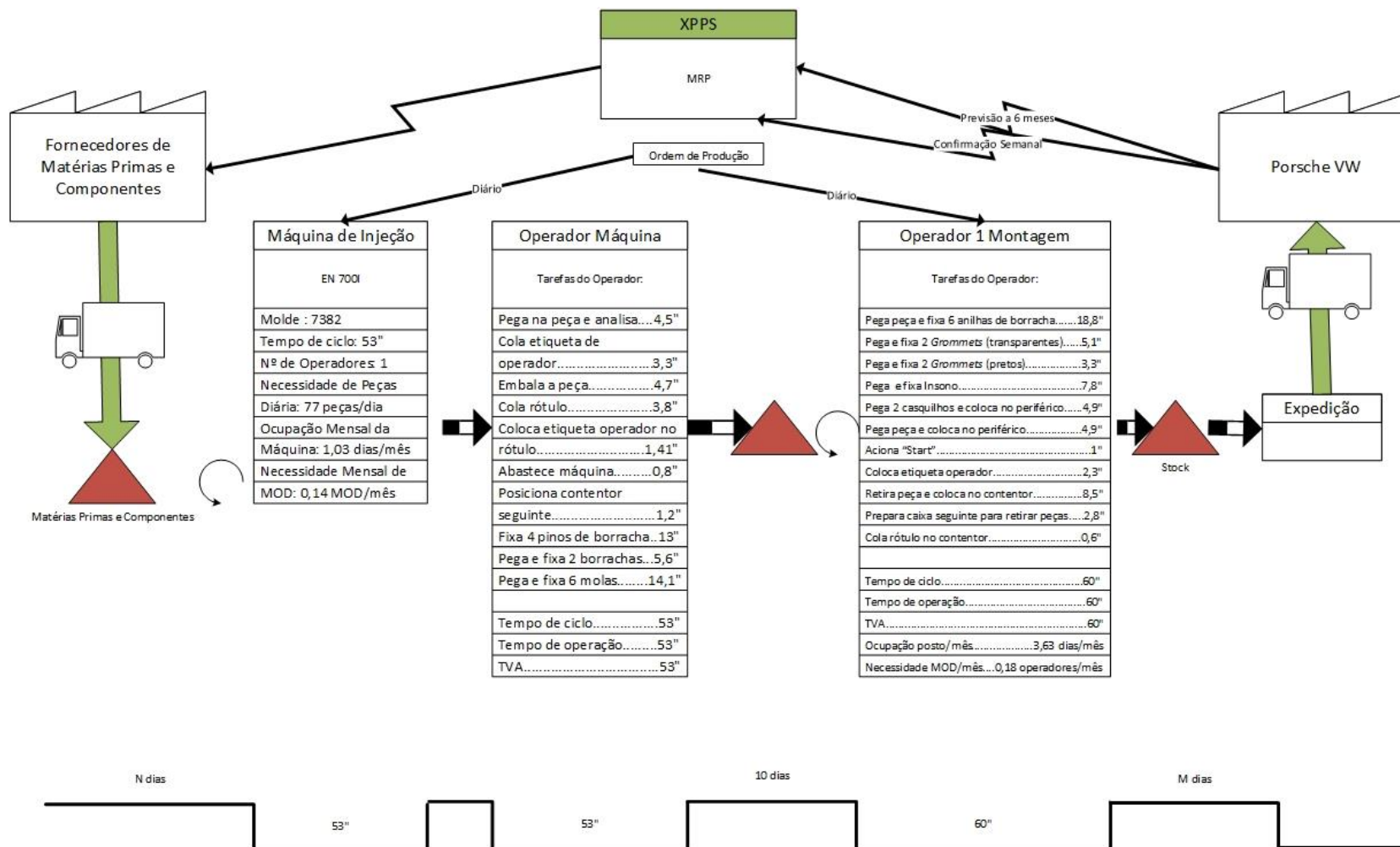


Figura 60 - VSM Schlossverkleidung (estado futuro proposto e efetivamente alcançado).

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

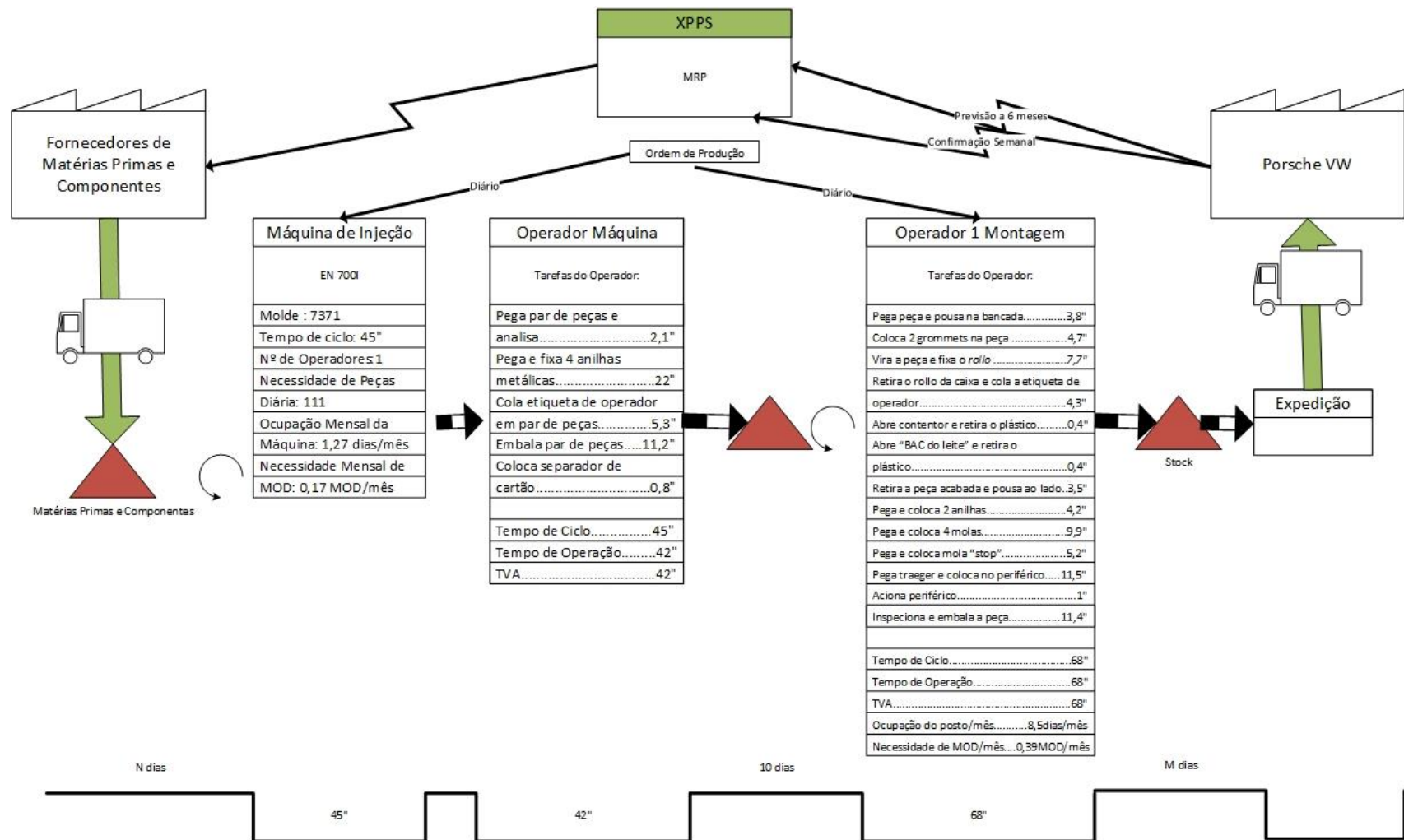


Figura 61 - VSM Traeger (estado futuro proposto e efetivamente alcançado).

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

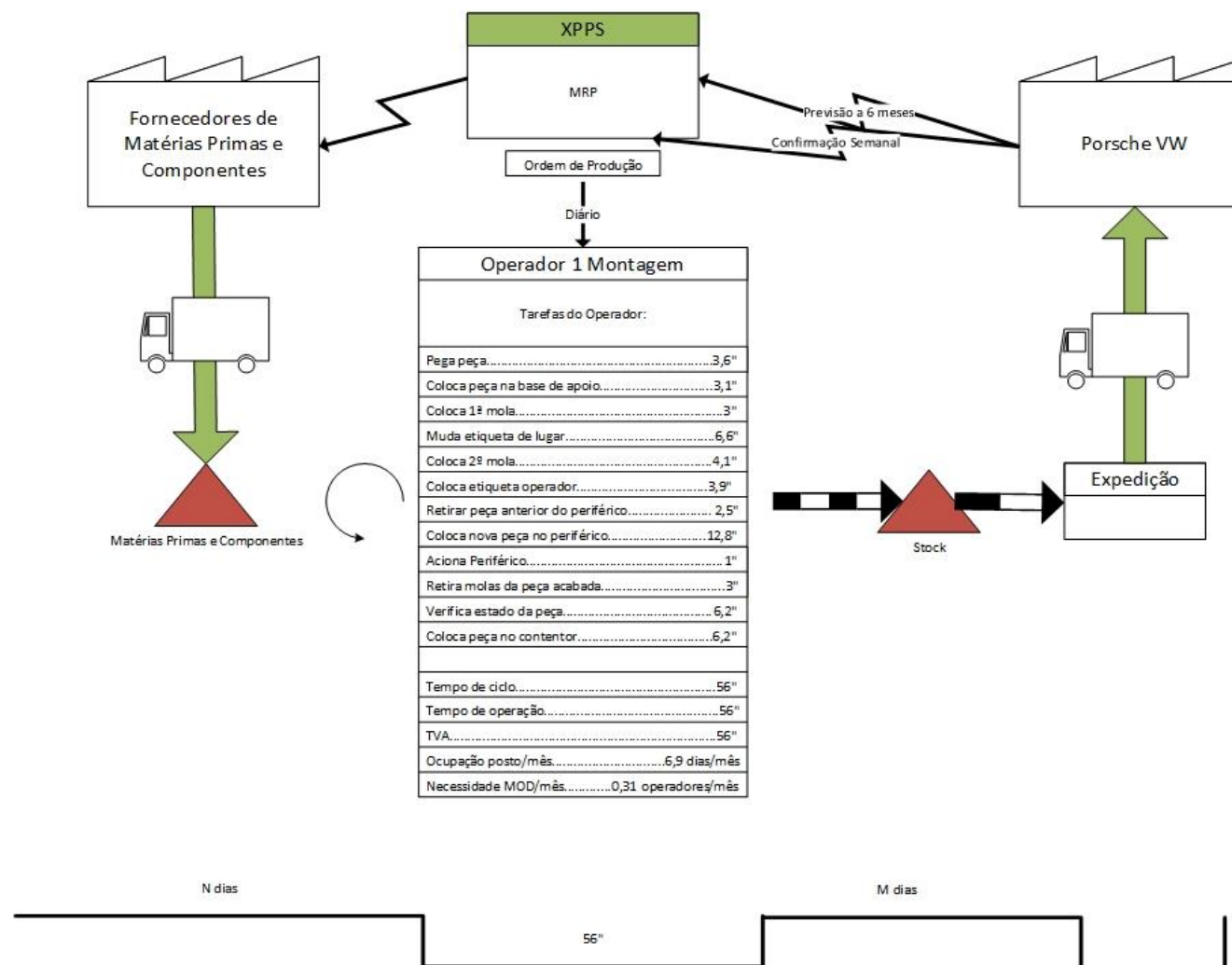


Figura 62 - VSM Z. Ablagefach (estado futuro proposto).

Anexo A7 – VSMs relativos ao estado futuro efetivamente alcançado

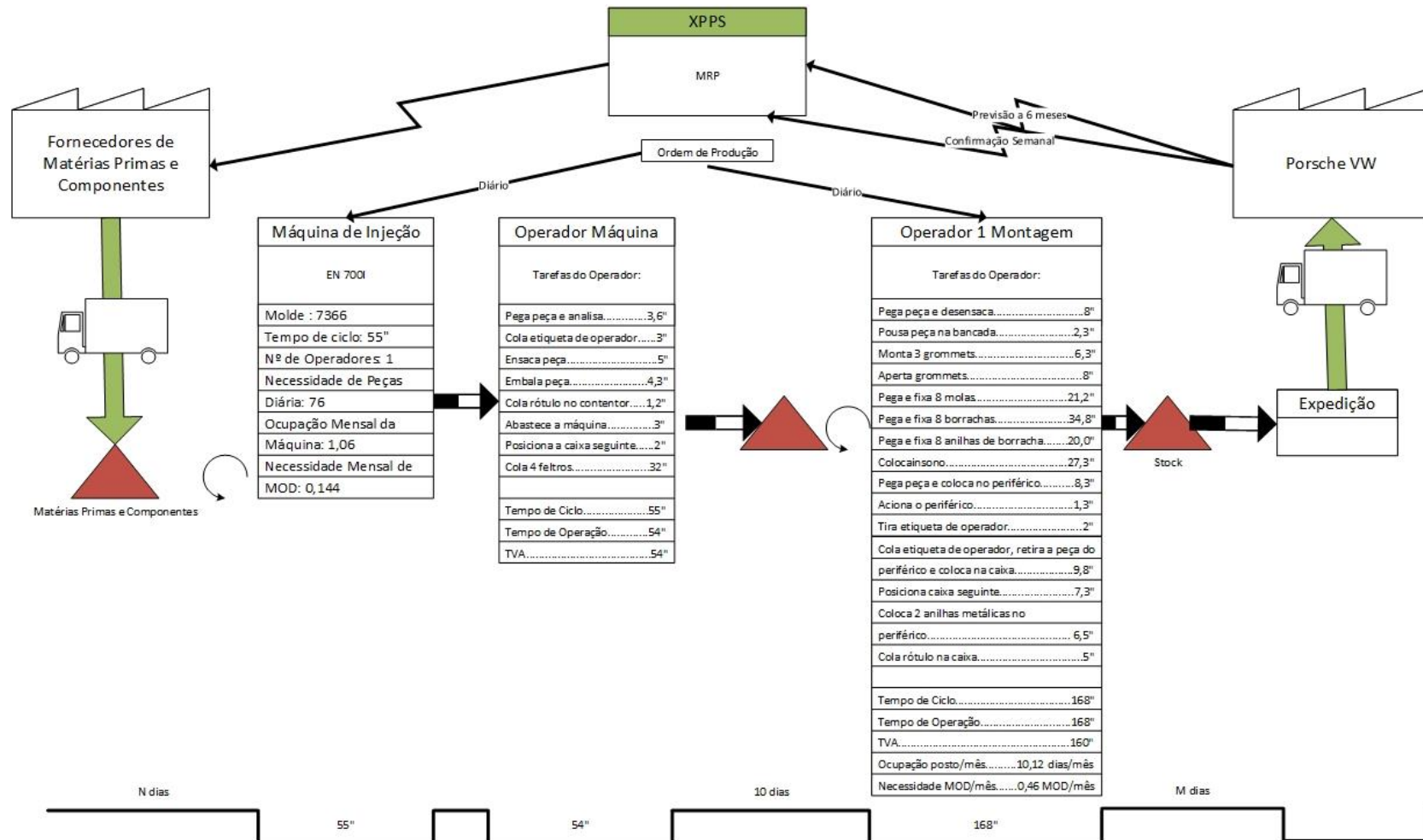


Figura 63 - VSM Hecklappe Unten (estado futuro alcançado).

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

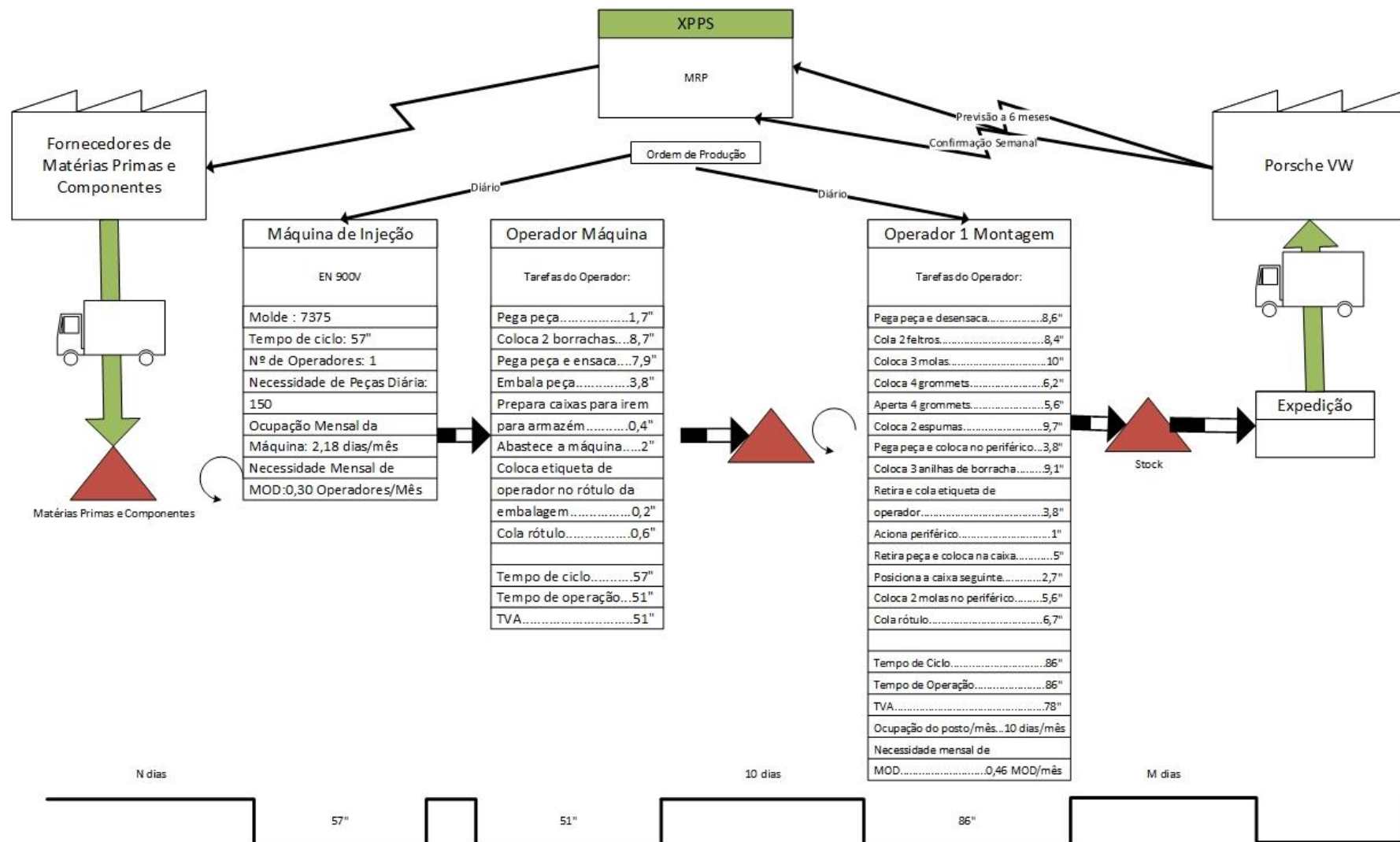


Figura 64 - VSM Verkl. Kofferaum (estado futuro alcançado).

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

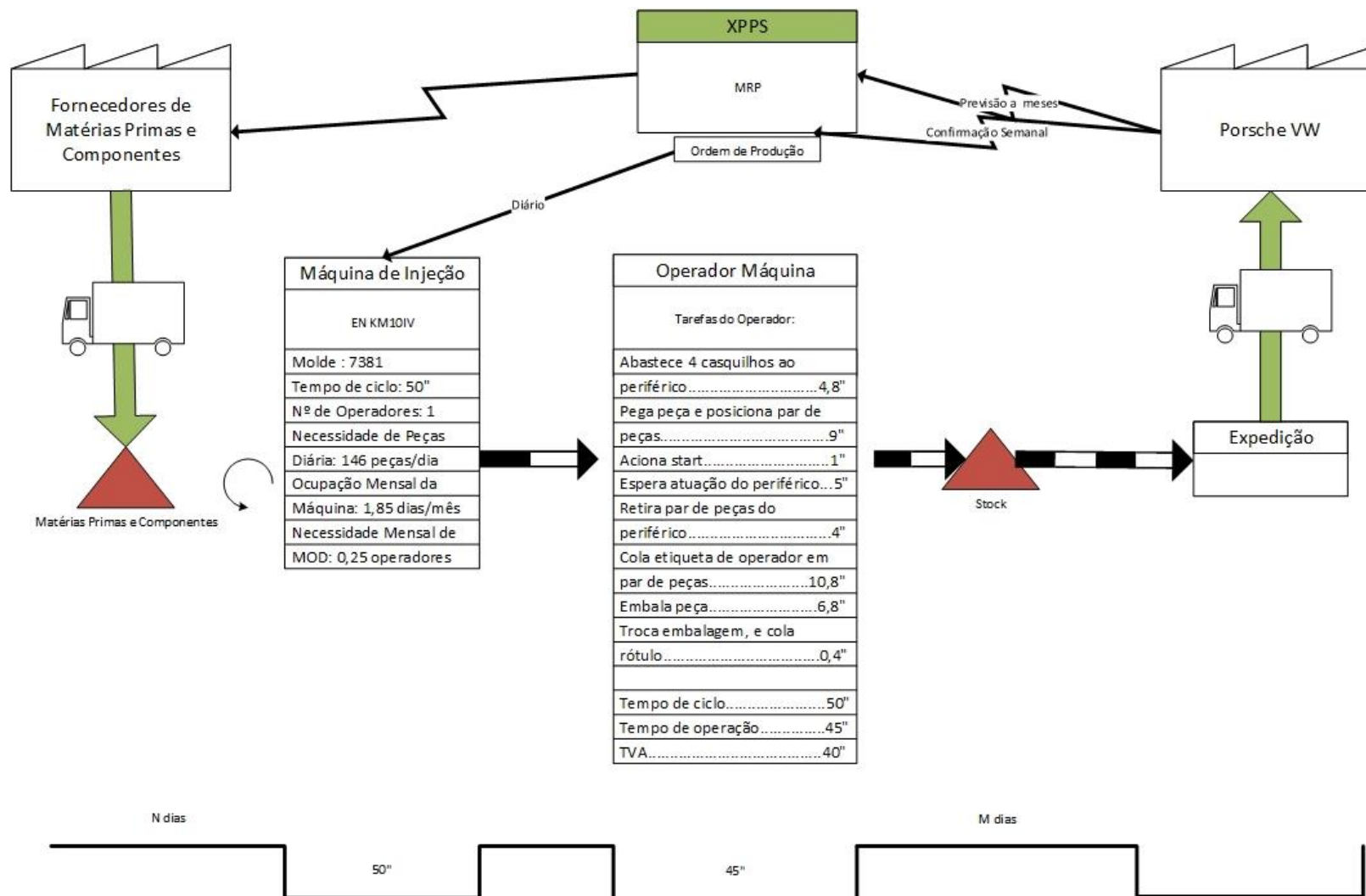


Figura 65 - VSM Montagerahmen (estado futuro alcançado).

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

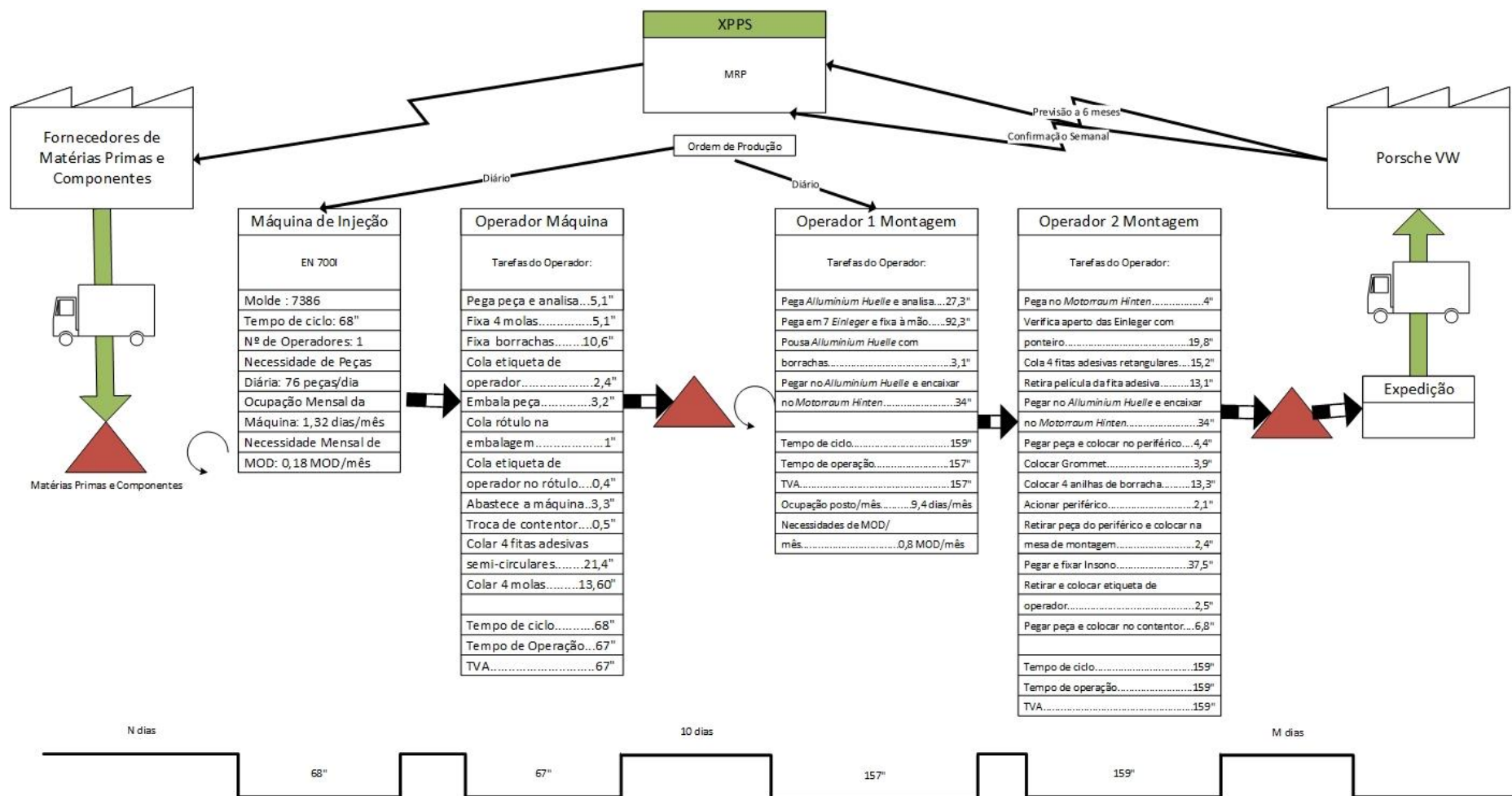


Figura 66 - VSM Motorraum Hinten (estado futuro alcançado).

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

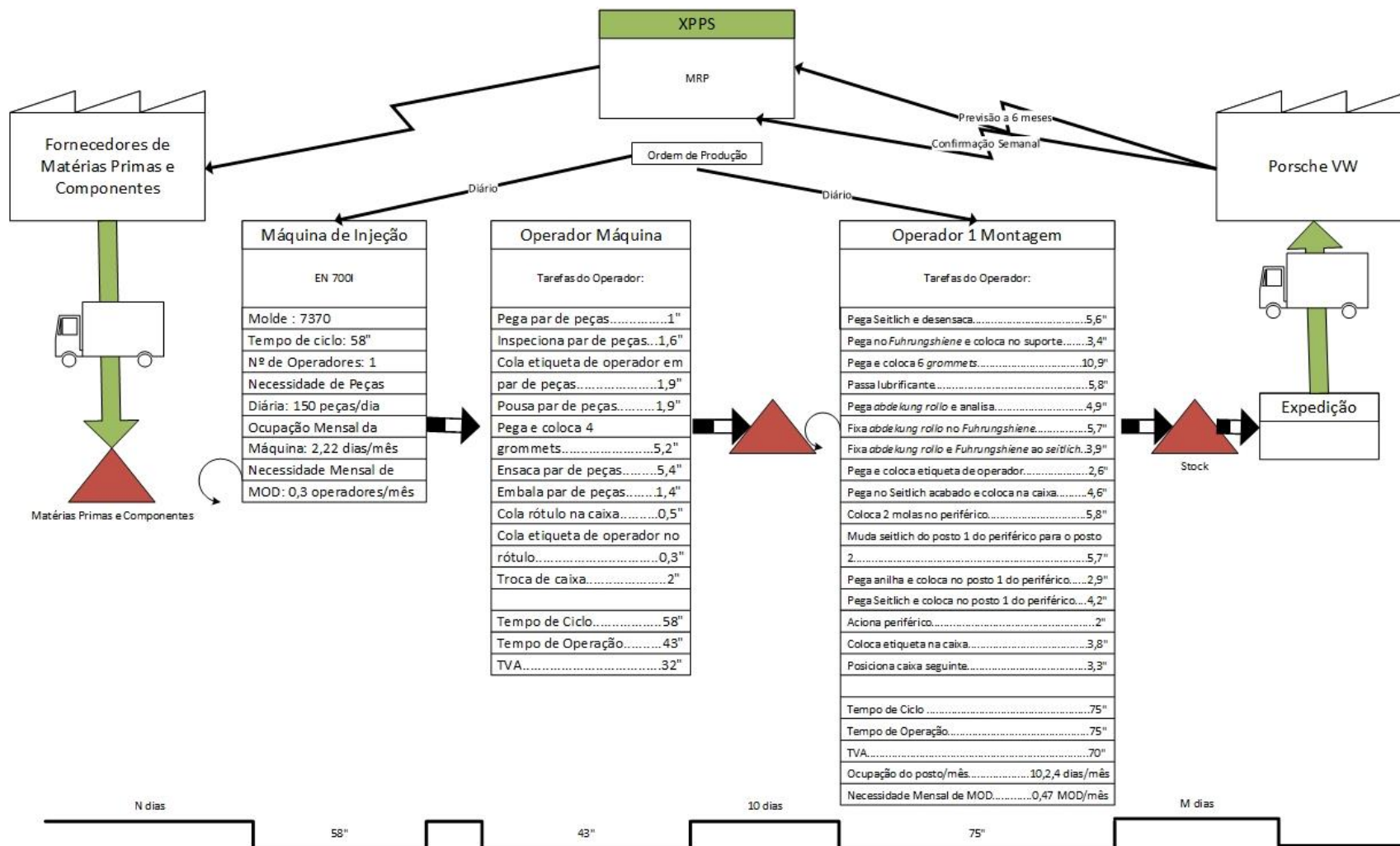


Figura 67 - VSM Motorraum Seitlich (estado futuro alcançado).

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

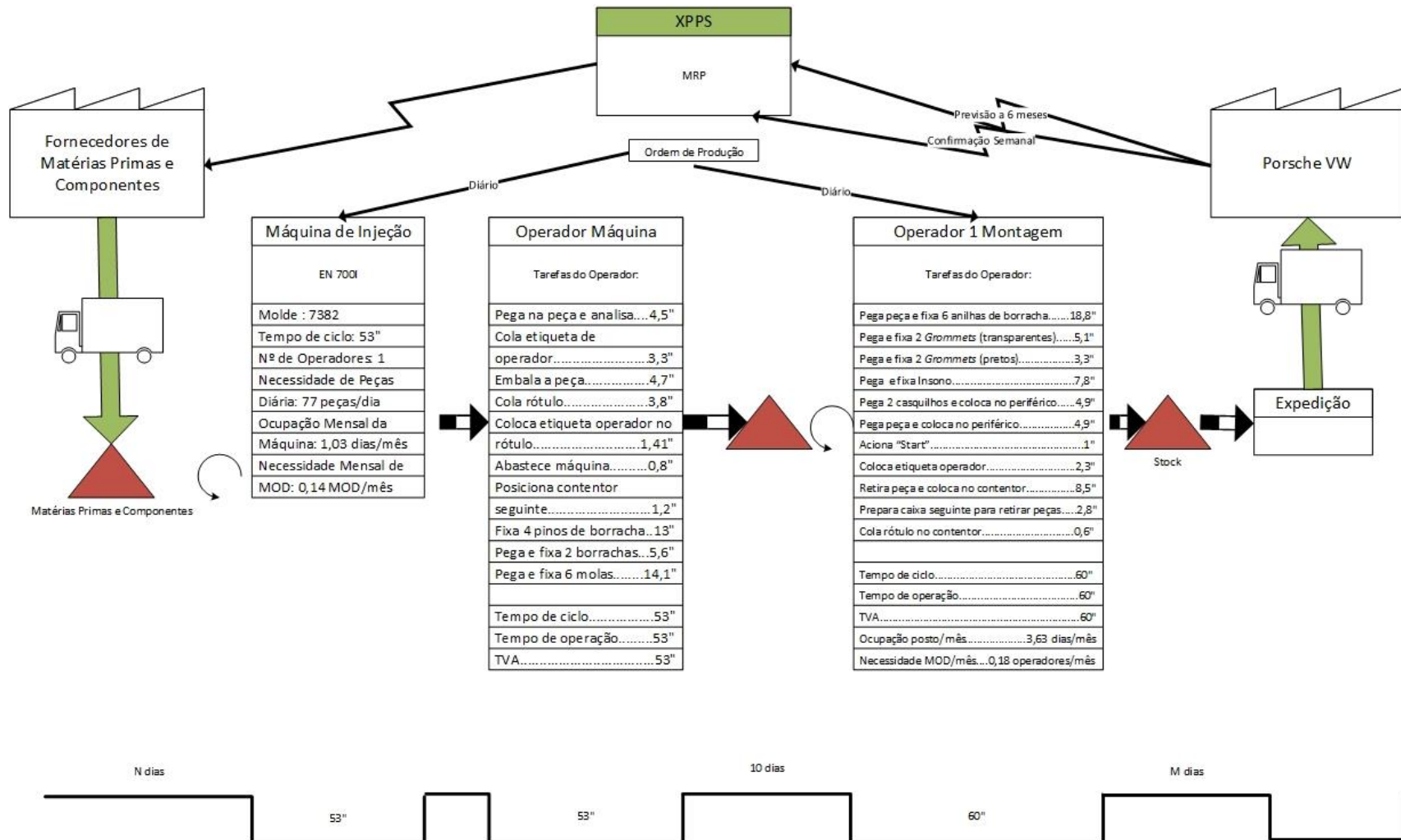


Figura 68 - VSM Schlossverkleidung (estado futuro proposto e alcançado).

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

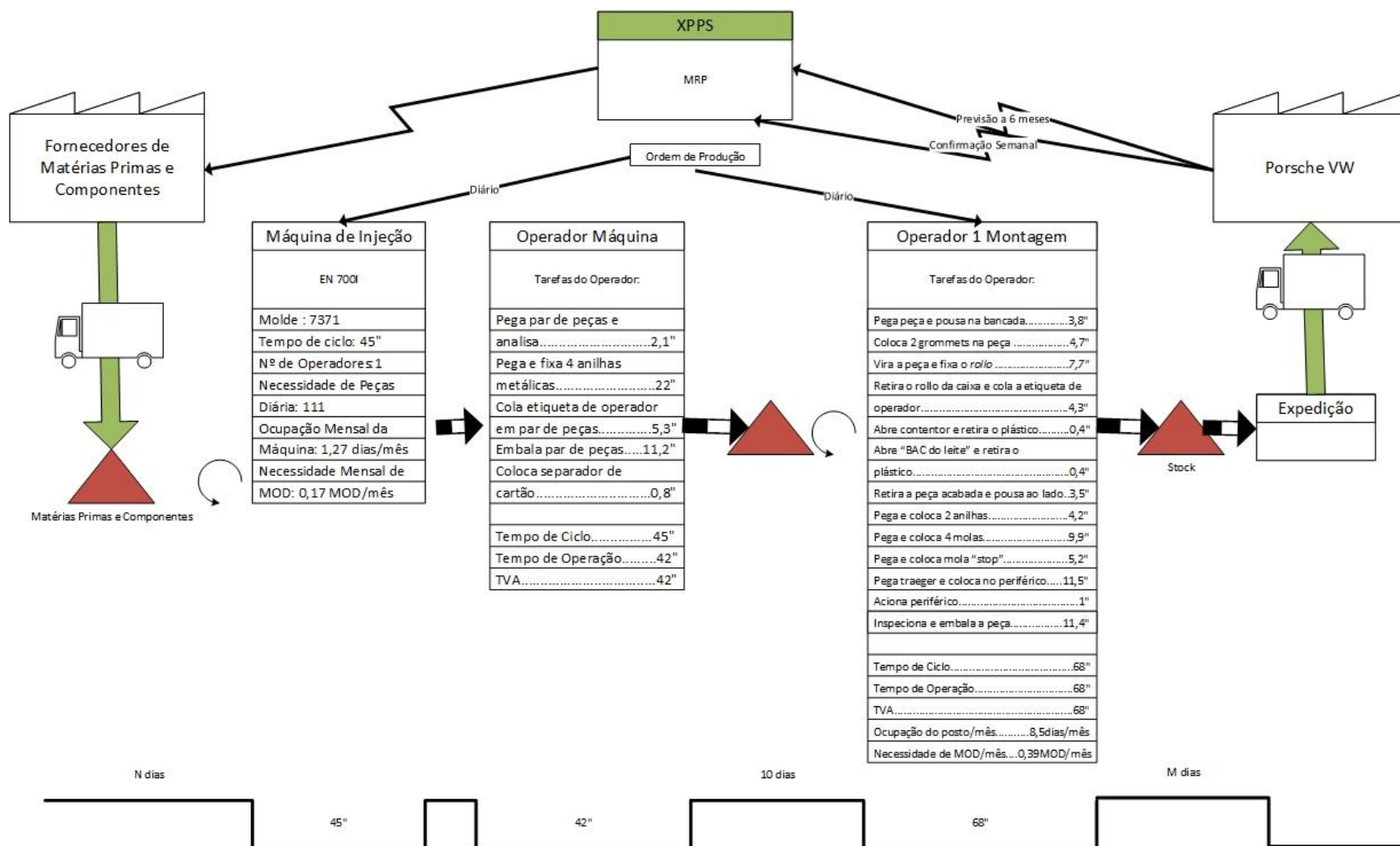


Figura 69 - VSM Traeger Verkl. (estado futuro proposto e alcançado).

Contributo de Algumas Ferramentas Lean na Melhoria do Processo Produtivo de um Projeto da Empresa Simoldes Plásticos

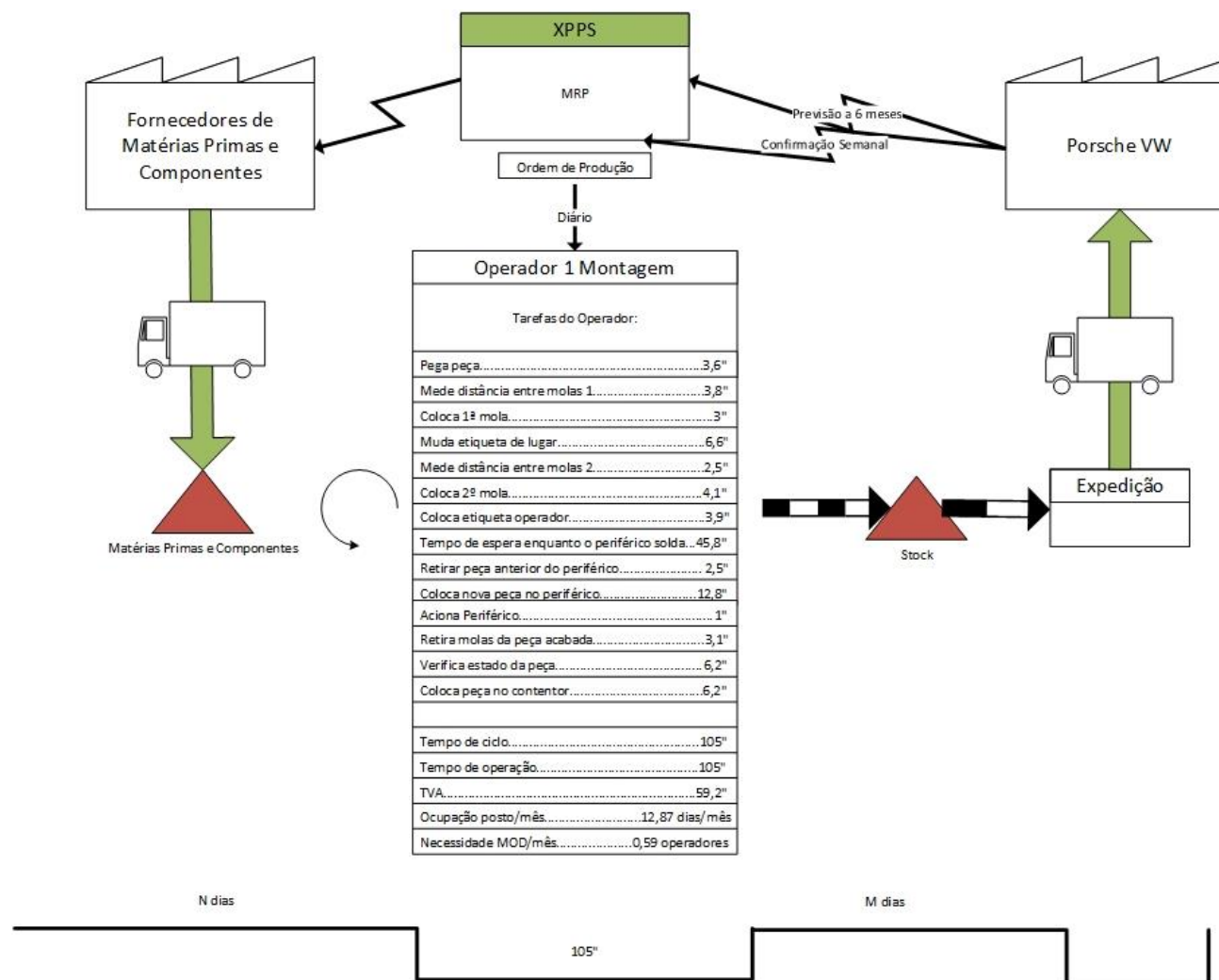


Figura 70 - VSM Z. Ablagefach (estado futuro alcançado).